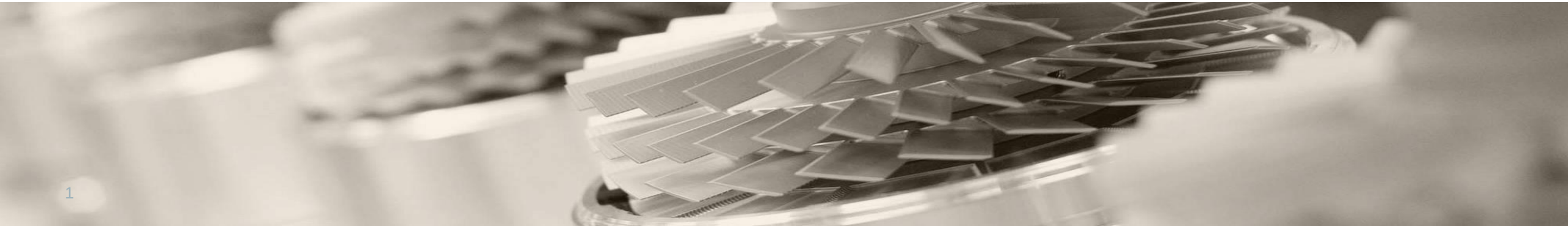
检漏技术与检漏产品介绍

PHOENIX 4.0



为什么要检漏？

- 环保
- 安全
- **ISO 9000**
- 使用寿命
- 可靠性
- 产品要求
- 产品的卖点

氦质谱检漏仪的典型应用

分析仪

大型光谱仪

电子显微镜

汽车工业

空调

刹车管

热交换器

油箱

蒸发器

压缩机

调温阀

安全气囊

医疗技术

起搏器

X-光管

导管，容器

能源工业

涡轮

冷凝器

高压转换器

科研

低温容器/He制冷机

加速器/同步器

高真空/超高真空系统

He传输系统

IT

进出样室

工艺室

管线

工业应用

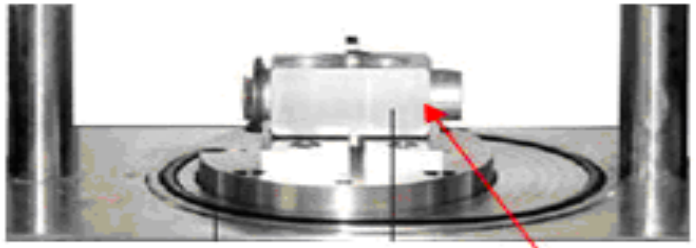
工业炉

焊接炉

高真空阀门生产

应用范例 -- 汽车工业

检漏仪在汽车工业中应用非常广泛，汽车配件的检漏大多是使用检系统进行检漏，而氦检漏仪则是检漏系统的核心部位。



膨胀阀

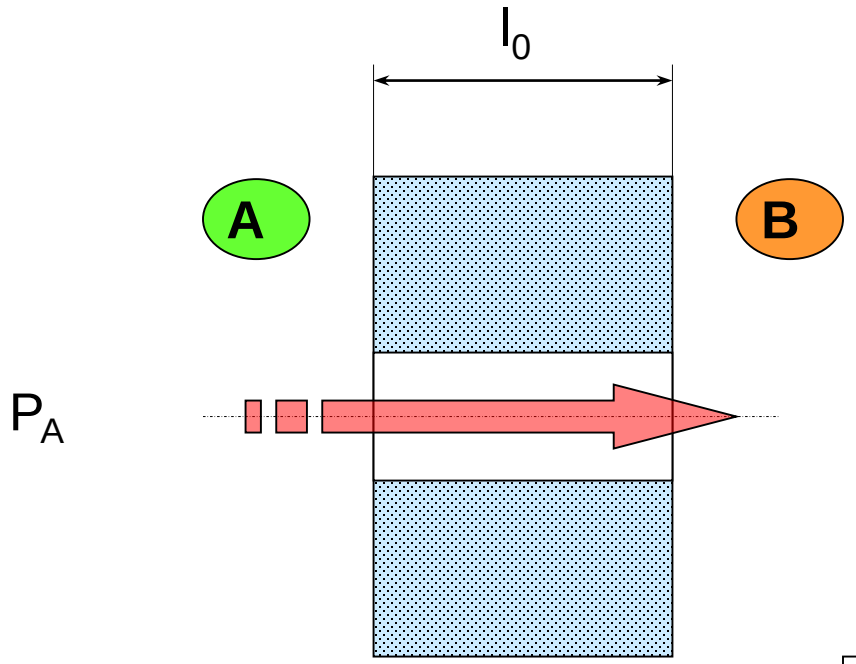
汽车轮毂

安全气囊

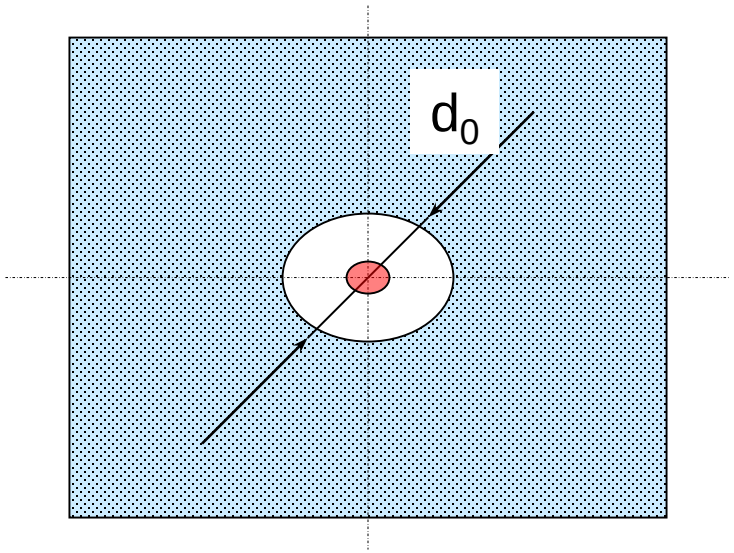
燃料系统

发动机

气密性的常识

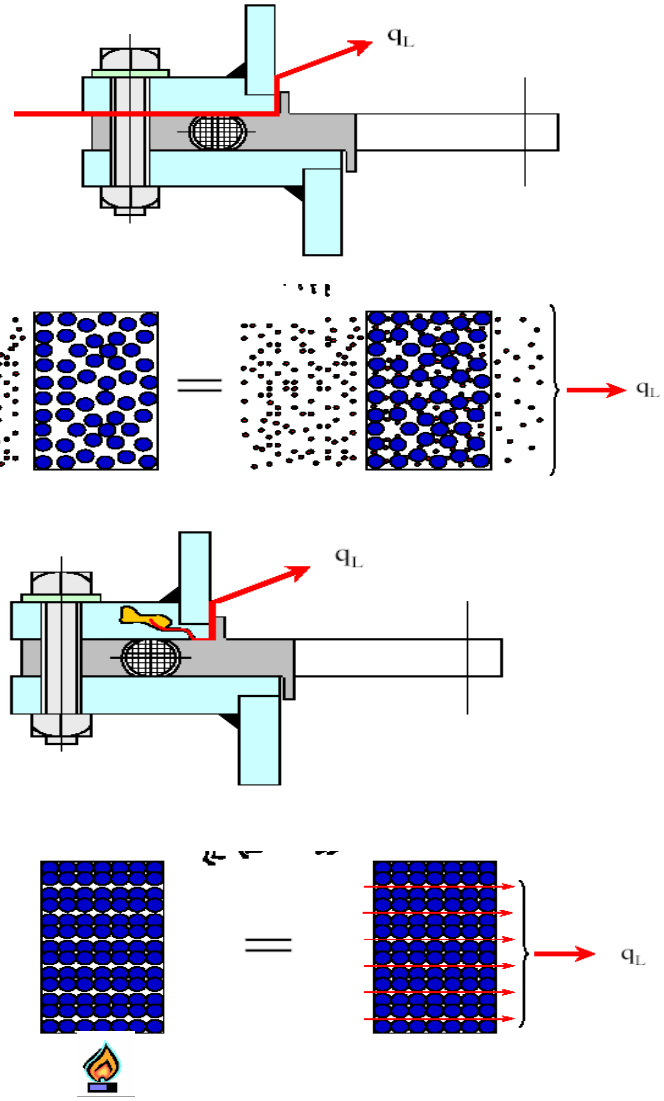


$P_A > P_B$

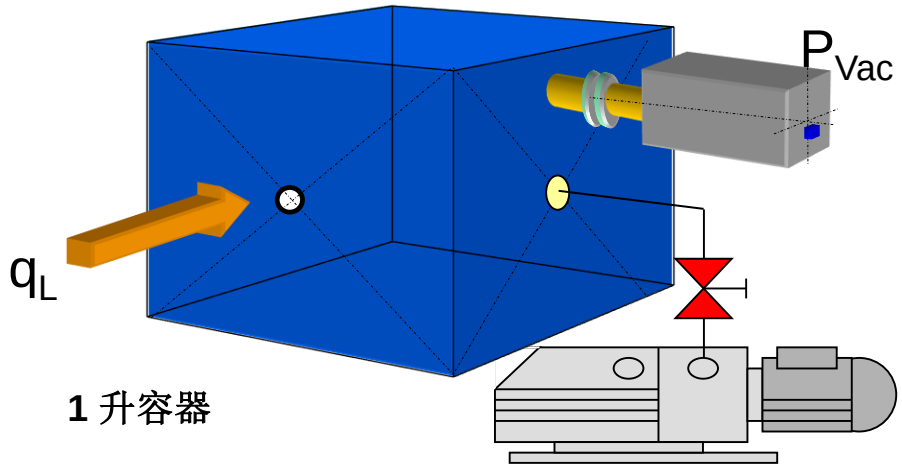


泄漏的种类

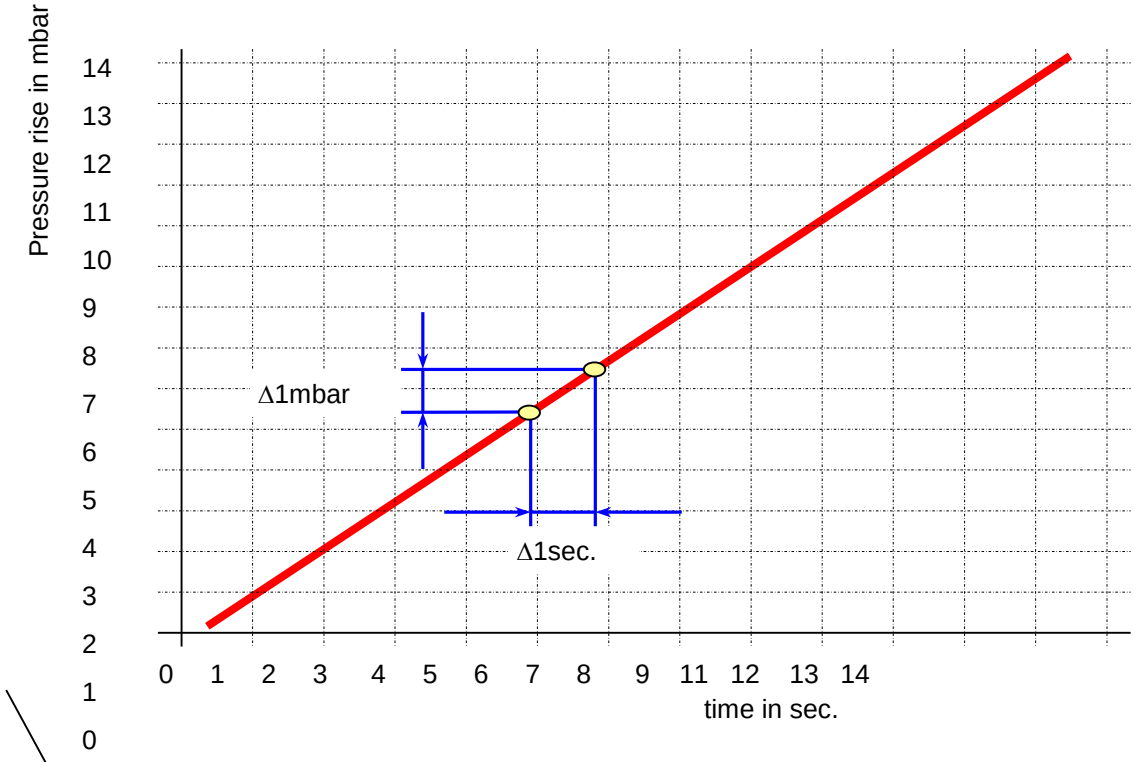
- **接口泄漏**
  法兰,焊点, 接触面平整度，接头
- **渗透**
  气体穿过密封物质 如. 橡胶密封圈,
  玻璃
- **小孔泄漏**
  铸件上的微孔导致的泄漏
- **虚拟泄漏**
  气体（也包括蒸汽）从铸件和塑料件的内部空隙，盲孔逃逸出来
- **冷热引起的泄漏**
  在极端的冷热情况下造成的细微裂缝引起的泄漏



漏率的定义:



1 升容器



$$Q = \frac{\Delta (P \cdot V)}{\Delta t} \quad (mbar \cdot l / s)$$

气体量

时间

漏率

1 mbarl/s 的定义：1升的容器压强在1秒钟升高1mbar的等效漏率

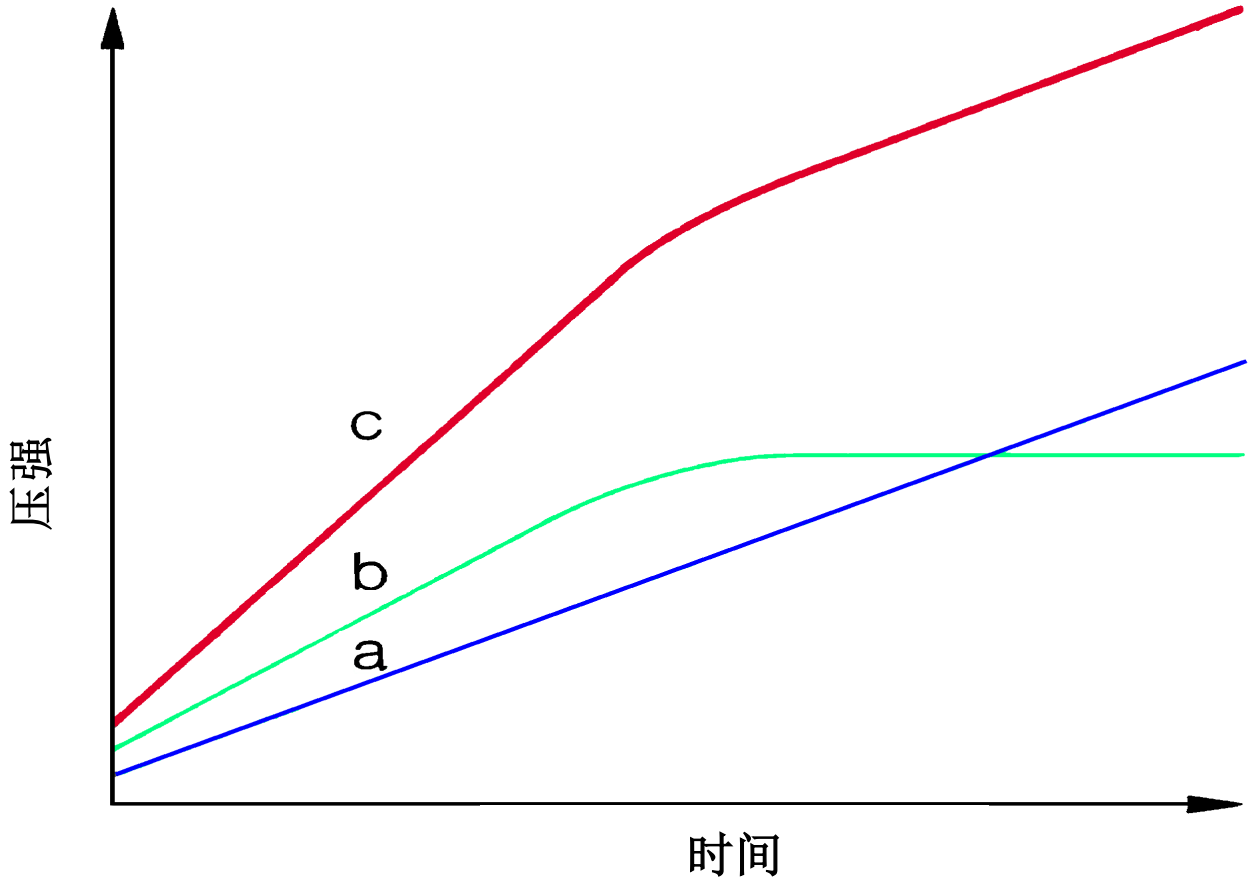
漏率是气体的流量！

气密性的常识

一个大气压压差：

漏孔的等效直径	漏率范围（*mbarl/s*）
1,0 cm	10^{+4}
1,0 mm	10^{+2}
0,1 mm	10^{0} (= 1)
0,01 mm	10^{-2}
1,0 μm	10^{-4}
0,1 μm	10^{-6}
0,01 μm	10^{-8}
1 nm	10^{-10}
1,0 Angström	10^{-12} (氦质谱检漏仪灵敏度极限)

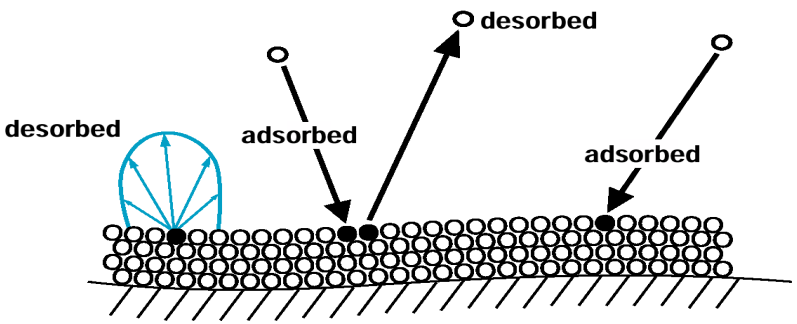
真空腔内压强升高的影响因素



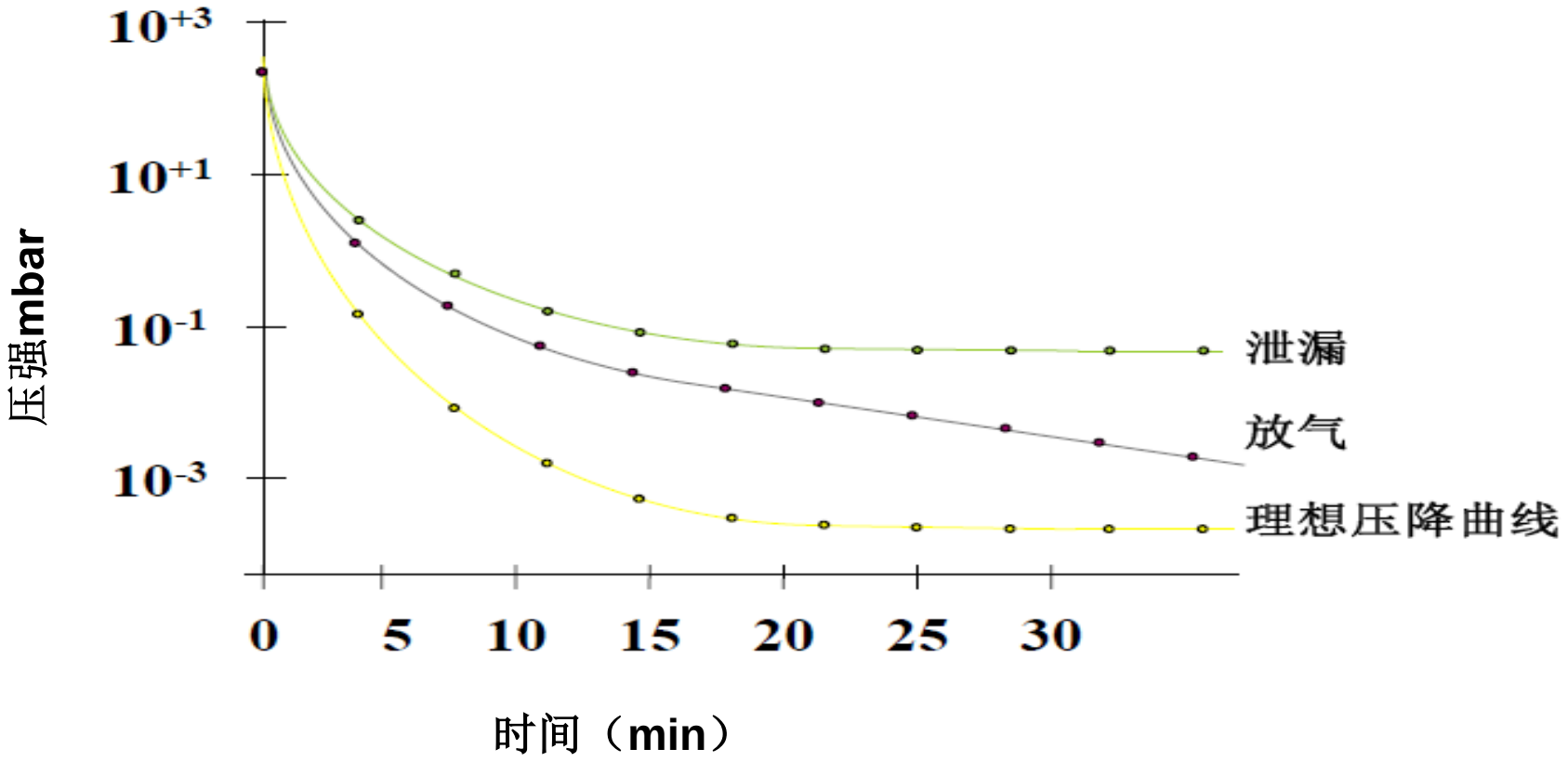
a) 泄漏

b) 解吸附作用

c) 泄漏 + 解吸附



压降曲线（抽空过程）



检漏的目标

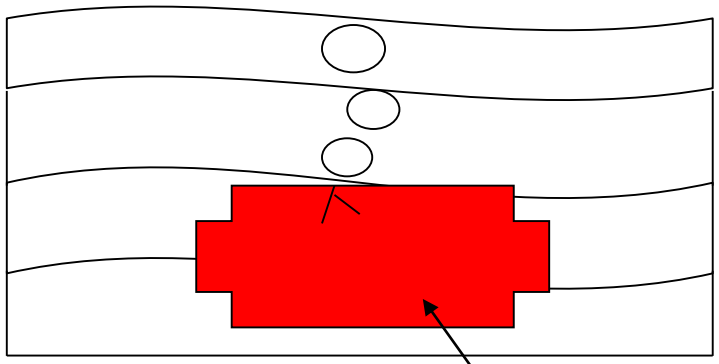
没有绝对不漏的系统!

因此，检漏的目标在于将泄漏降低到一个可以接受的，不影响系统正常运行的程度。

气泡法检漏

气泡反应漏率的大小

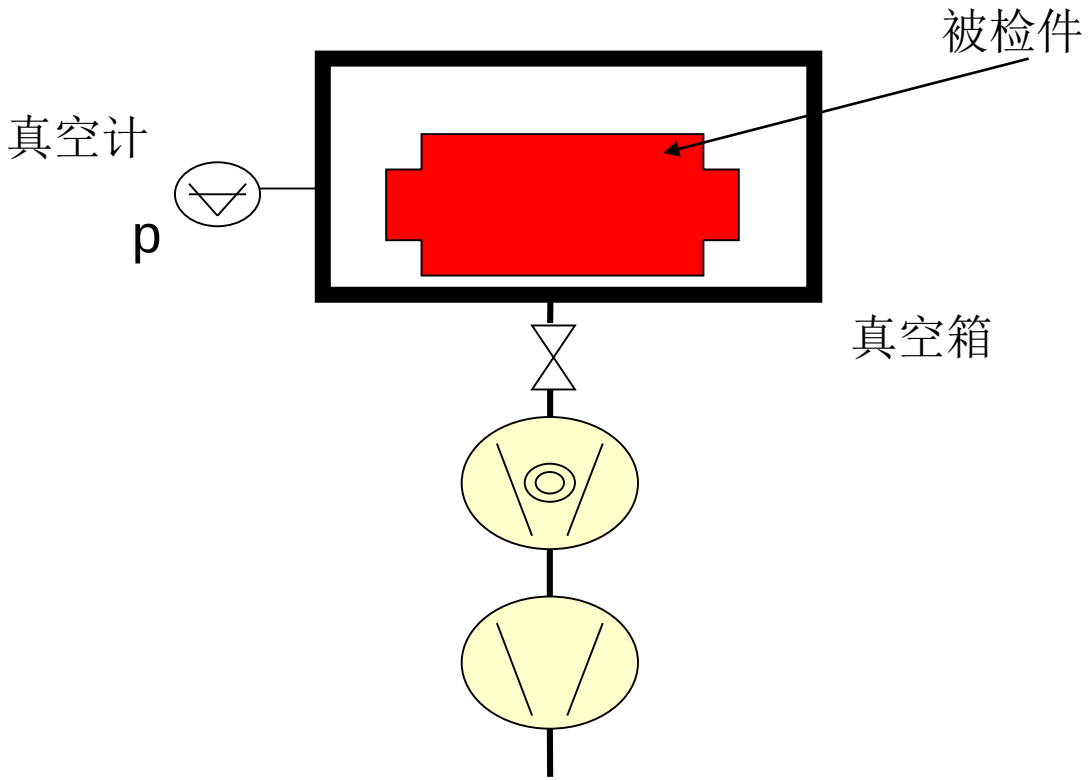
水池



被检件打压

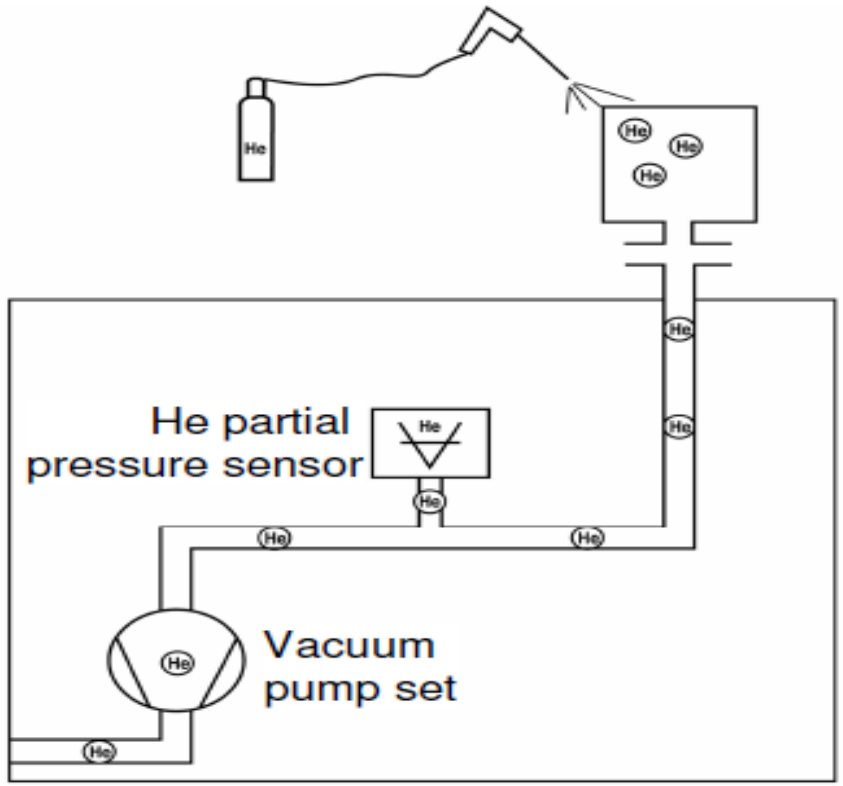
- 最小可检漏率达到10^{-3} mbar l/s
- 方法简单
- 不能显示具体漏率
- 不能自动报警
- 不符合 ISO标准
- 测量结果与操作员有关
- 测量结果与漏孔形式有关和位置
- 耗时长
- 不适合对被检件有干燥要求的应用

升/降压法检漏



- 最小可检漏率达到10^{-6} mbar l/s
- 漏率 Q = V Δp/Δt
- 需要长时间测量
- 只能检测整体漏率
- 测量结果受温度，容积和仪表的精度影响

氦质谱检漏法



氦质谱检漏仪实际是在检测质谱室内的氦分压，并根据系统对氦的抽速将氦分压换算为漏率。

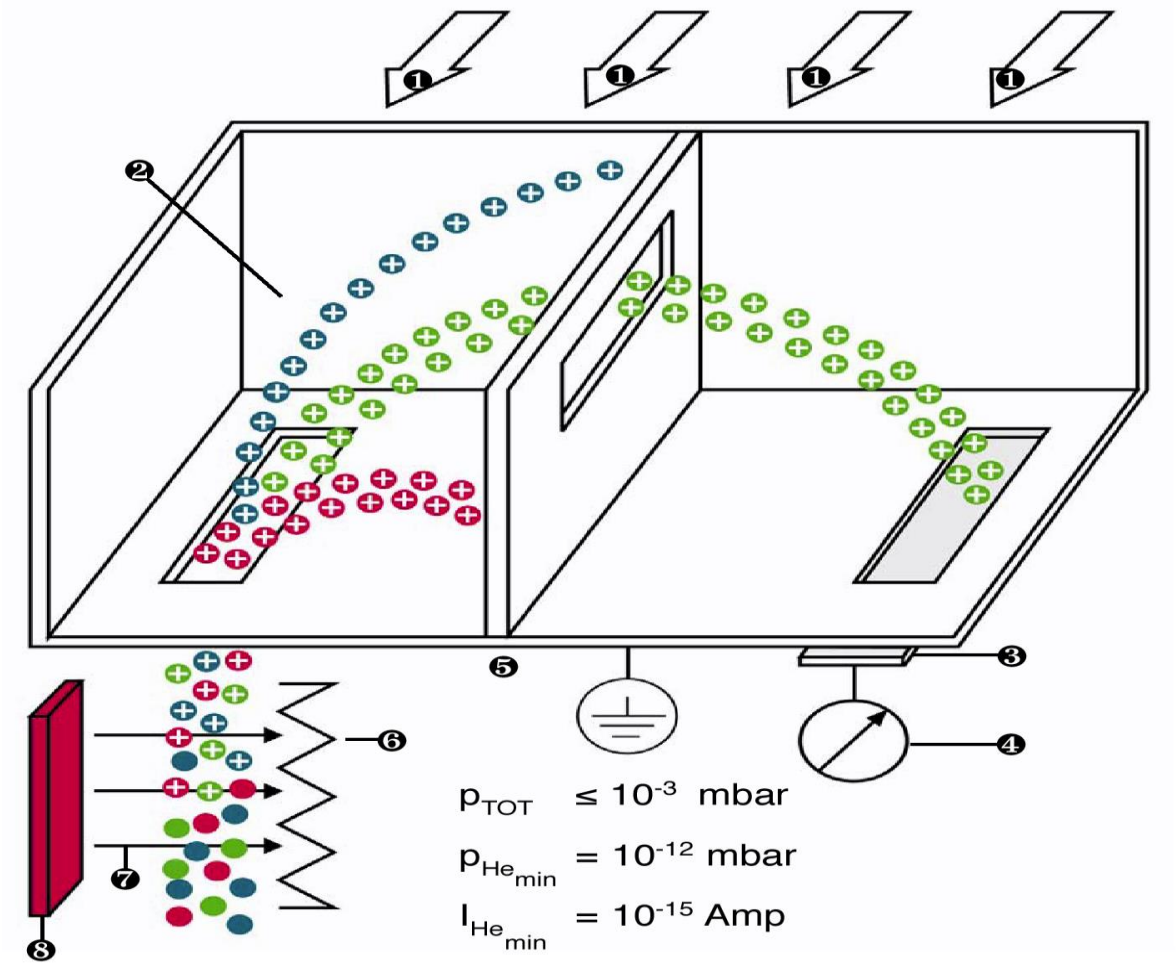
真实漏率值通过内置的标准漏孔比对确定。

氦质谱检漏仪的实质是针对氦的分压计！

为什么使用氦气作为示踪气体？

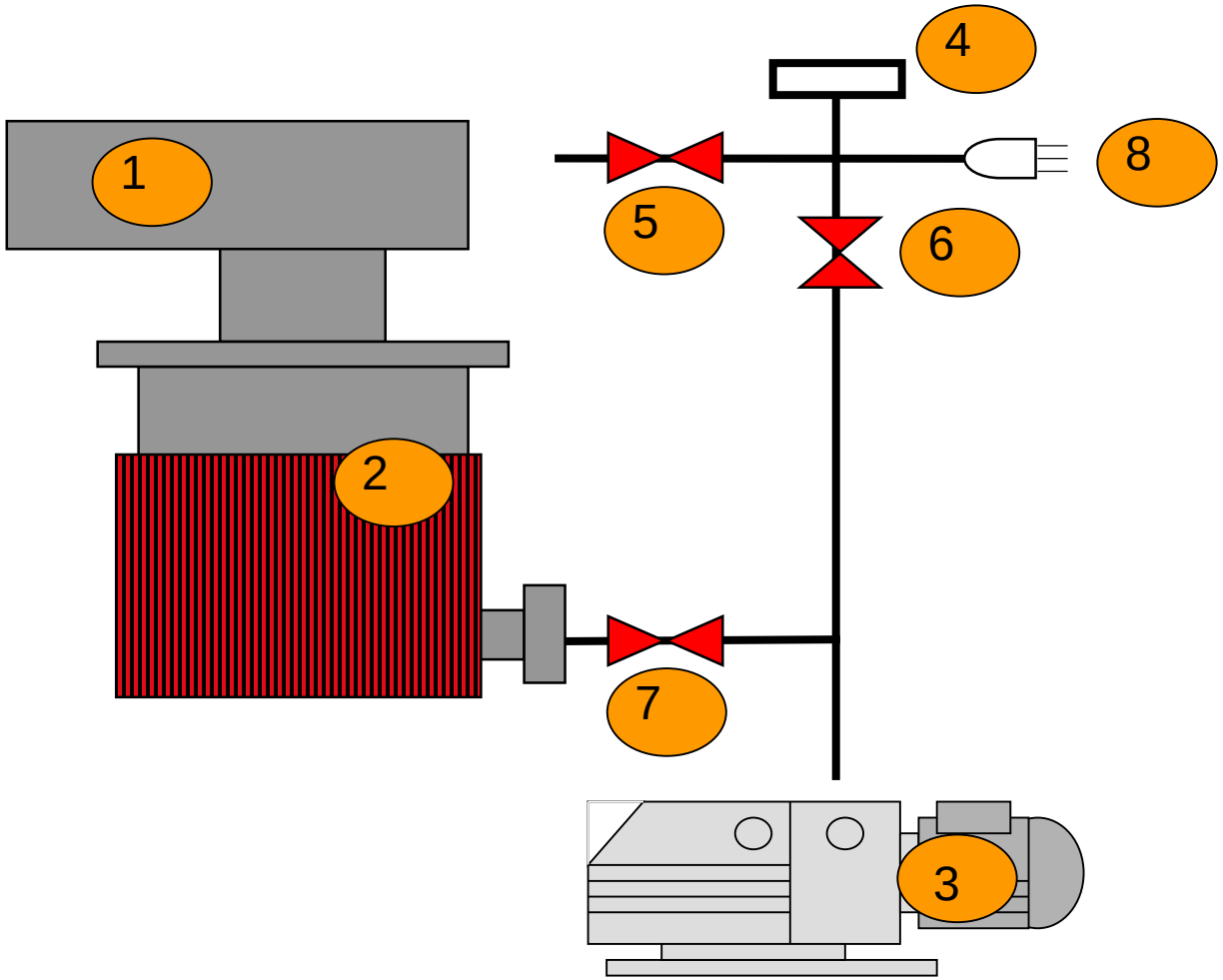
- 在空气中含量低 (只有5 ppm)，环境本底低
- 惰性气体不易燃，不易爆对环境没有污染，不与其他物质反应，可以混合到任意浓度
- 无毒，可以用在食品工业
- 在质谱仪谱图中易于与其他物质区分
- 比空气轻，运动速度快
- 气体分子很小，可以穿过微小的泄漏孔

分离氦离子和测量氦分压



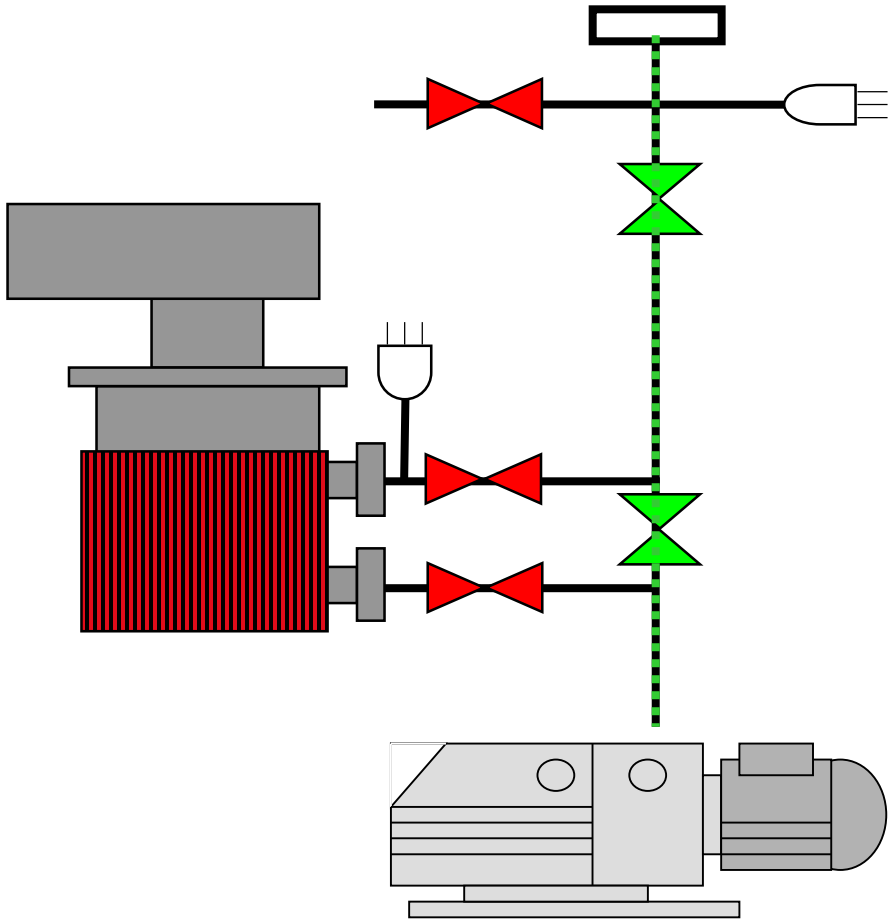
● / ⊕ 氢原子/离子

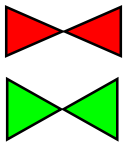
氦质谱检漏仪系统配置



1. 质谱仪
2. 分子泵
3. 前级泵
4. 进气口
5. 破空阀
6. 粗抽阀
7. 检测阀
8. 真空计

粗抽

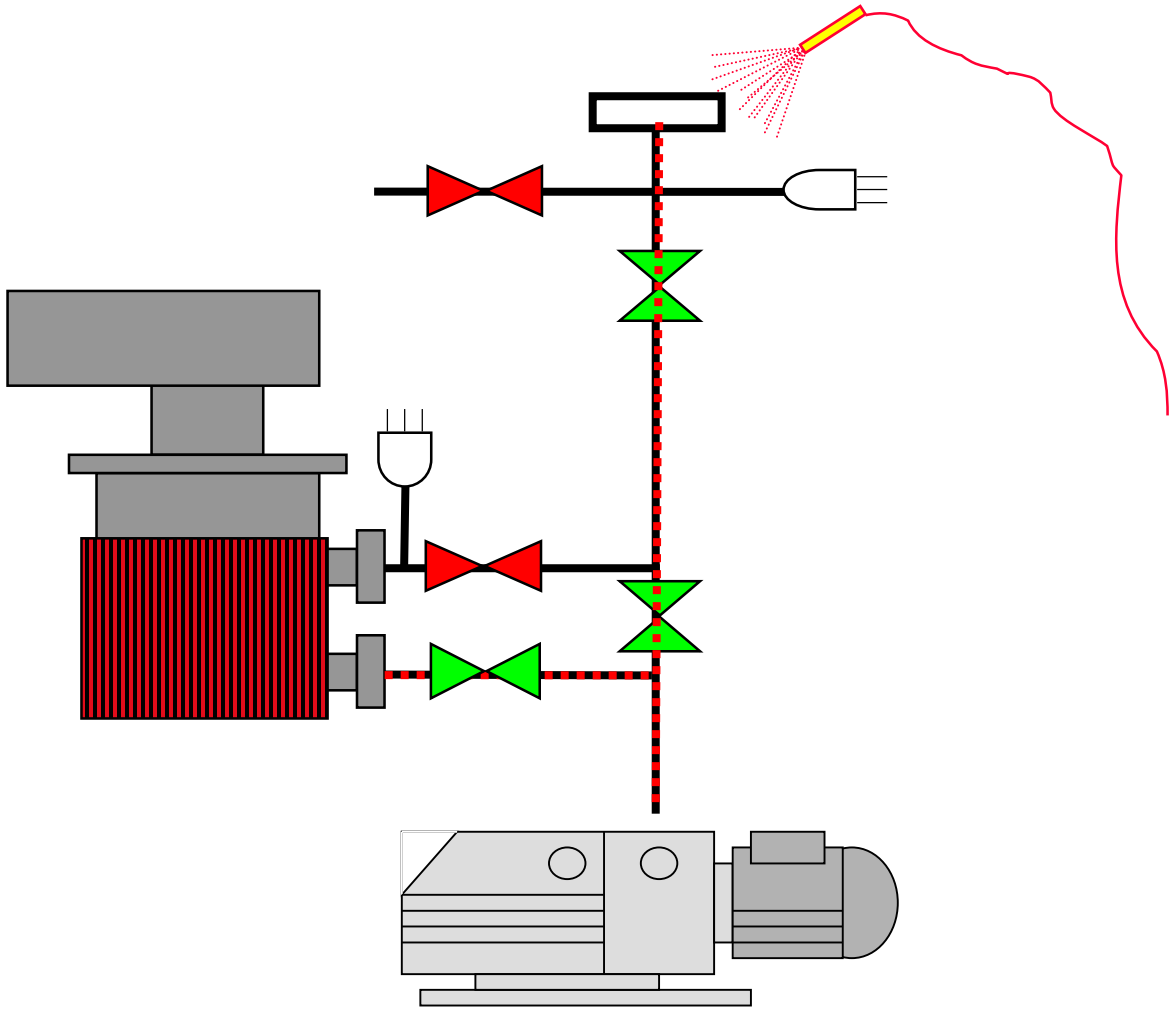


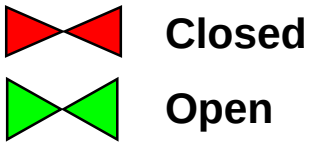


Closed

Open

粗检

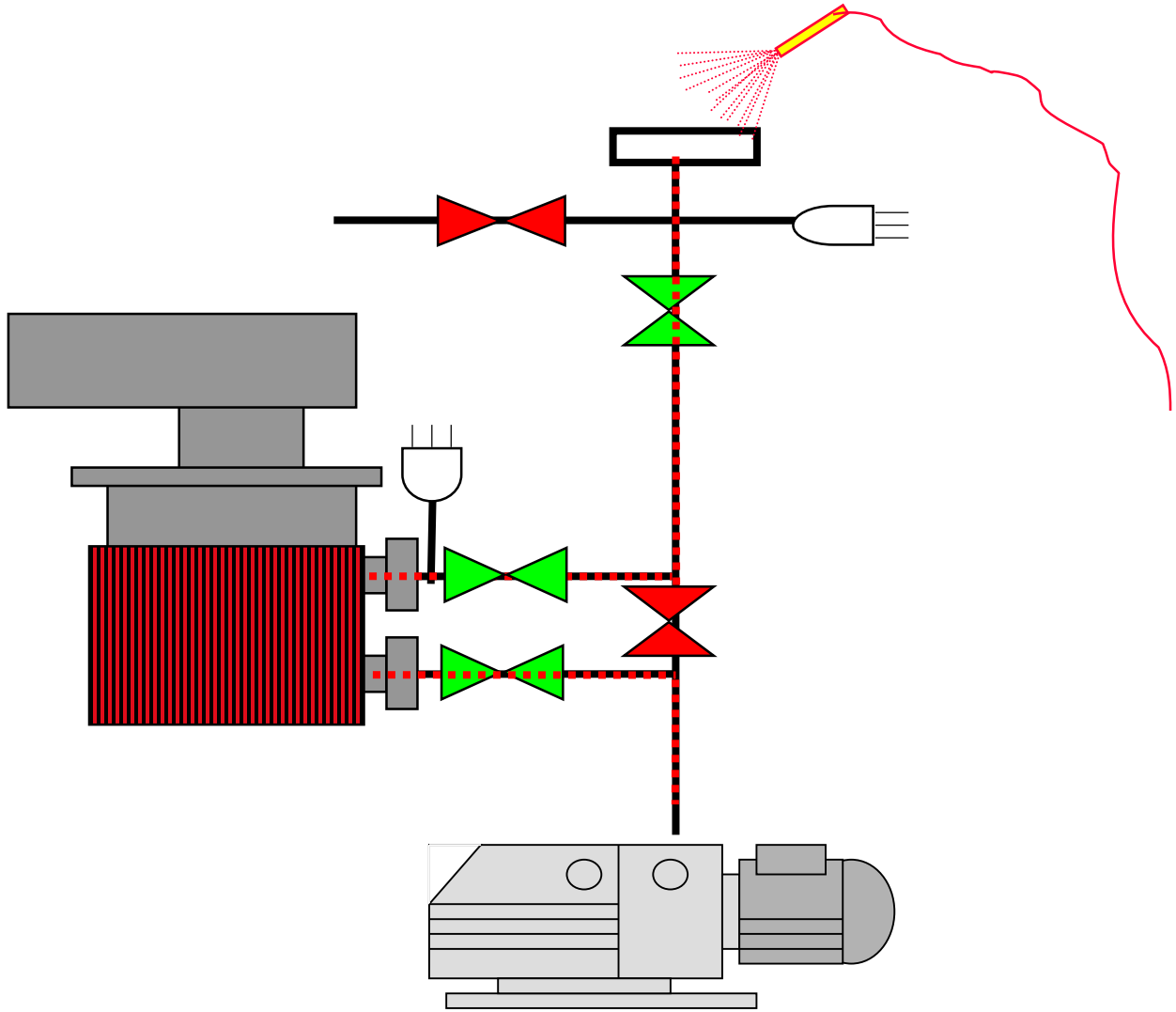


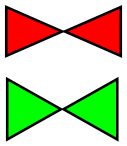


Closed

Open

精检

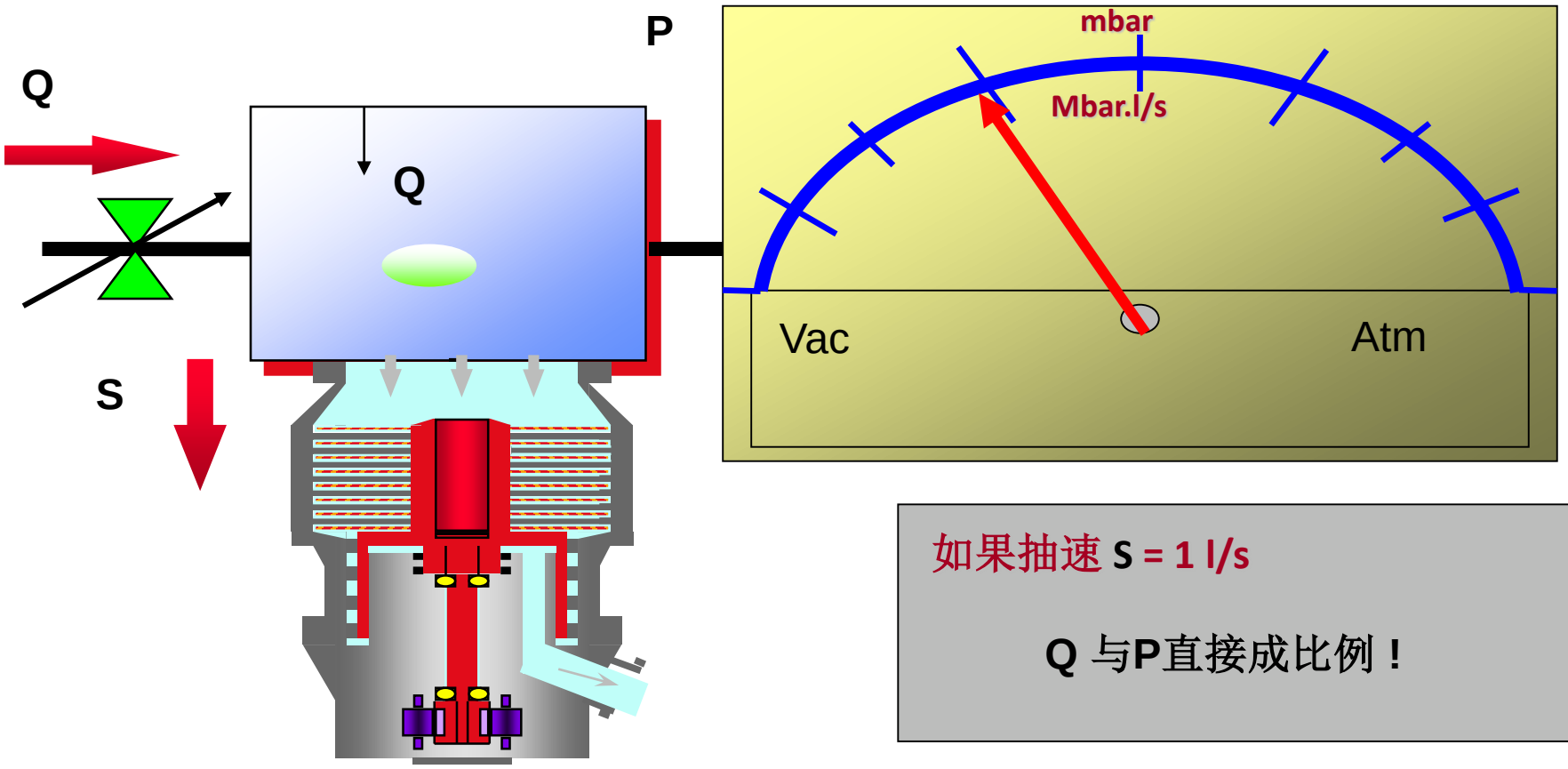




Closed

Open

检漏原理



$$P = \frac{Q}{S}$$

或者

$$Q = P \times S$$

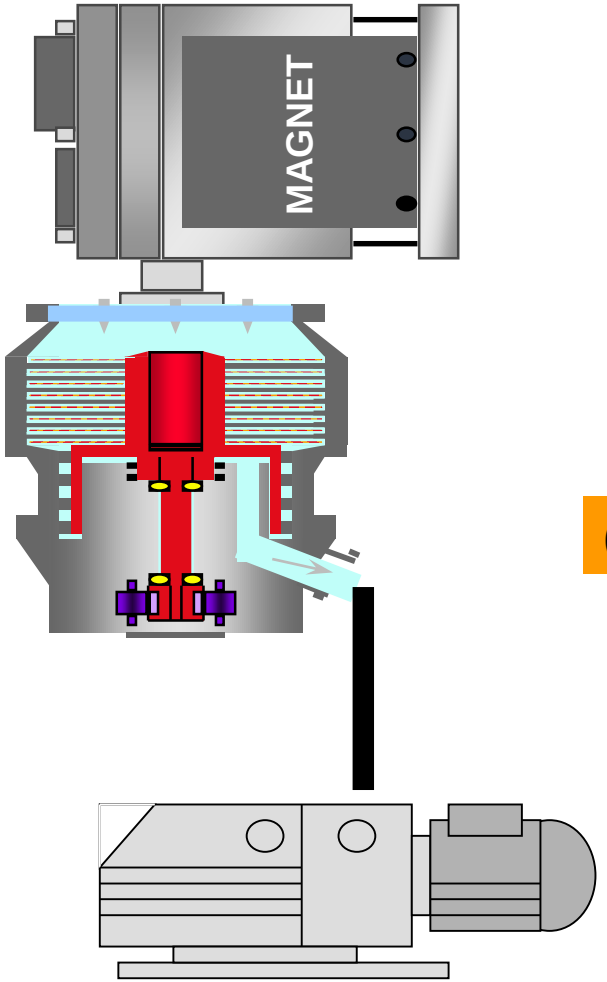
如果抽速 S = 1 l/s

Q 与P直接成比例！

$P=10^{-2} \rightarrow Q=10^{-2}$

$P=10^{-3} \rightarrow Q=10^{-3}$

检漏原理



如果质谱仪氦分压的测量精度是

1e-13 mbar

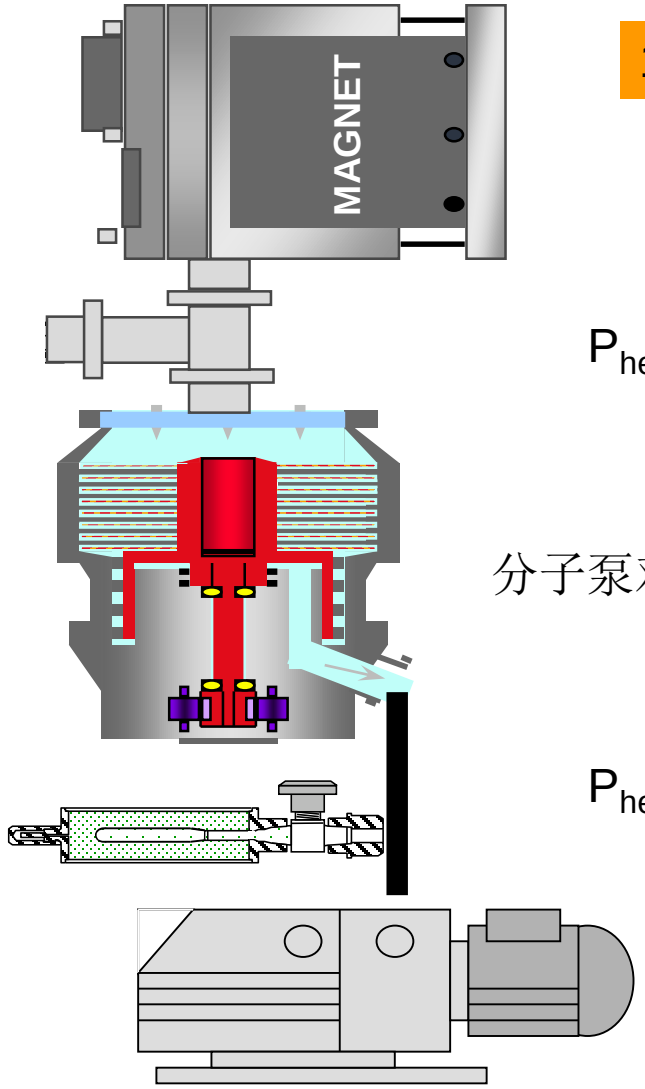
而分子泵的抽速是 100 l/s

则最小可检漏率是:

(1e-13 mbar) * 100 l/s= 1e-11 mbar.l/s

理论上可以通过减小分子泵抽速来提高检漏仪的精度！

检漏原理



1e-6的漏率是如果测得的？

P_{he}=1e-9 mbar

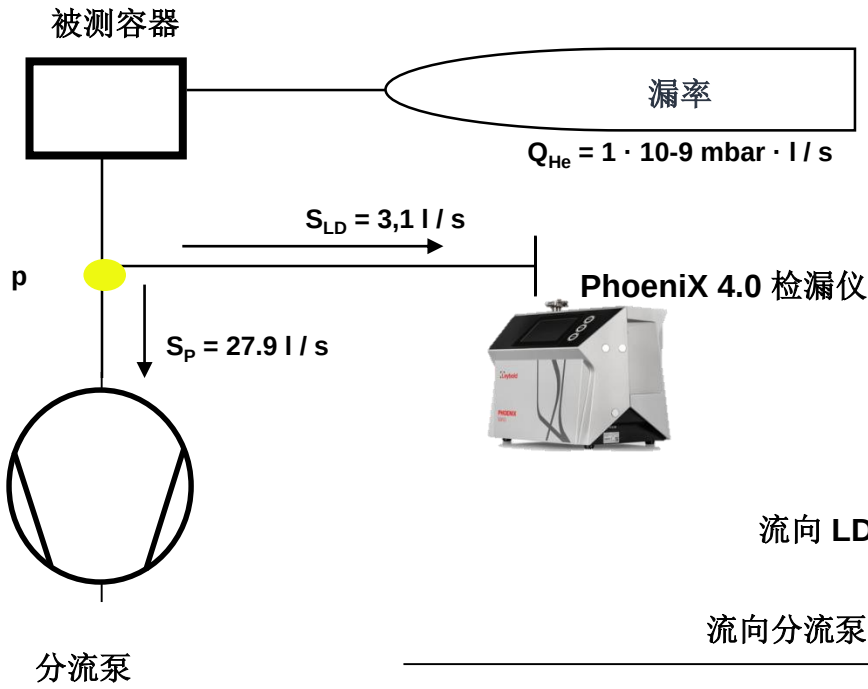
分子泵对氦的压比1000

P_{he}=1e-6 mbar

1e-6 mbar.l/s

S_{he} 1l/s

分流系统检漏原理



氦气流被分到两个方向

$Q_{He}=S_{sum} \cdot p$ $\quad S_{sum} = S_{LD} + S_P$

$Q_L=S_{LD} \cdot p$ $\quad p = Q_{He}/S_{sum}$

$Q_L=Q_{He} \cdot S_{LD}/S_p+S_{LD}$

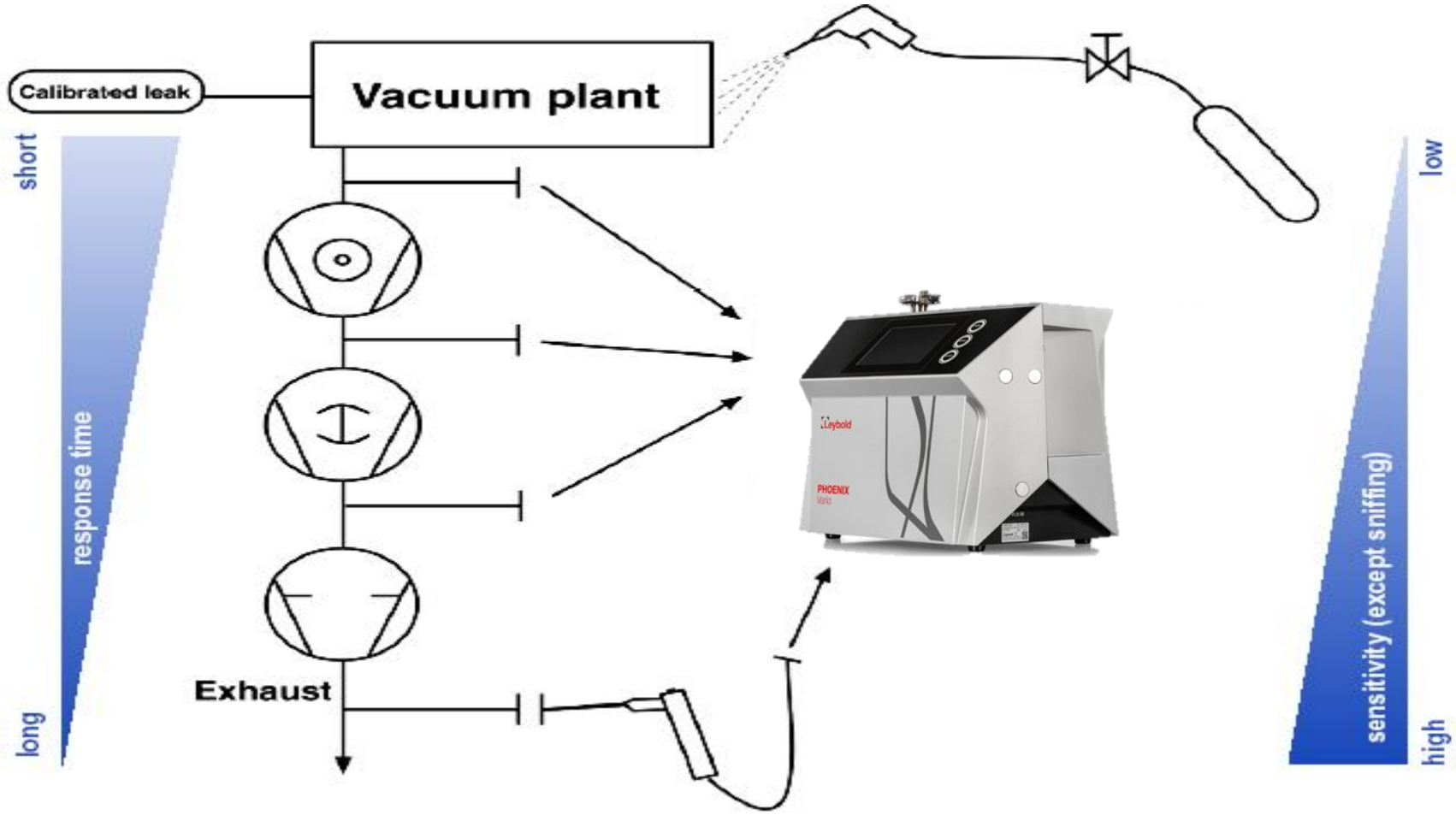
流向 LD $\quad Q_L: \quad 1 \cdot 10^{-9} \cdot \dfrac{3.1}{3.1 + 27.9} = 1 \cdot 10^{-10}$ mbar · l / s

流向分流泵 $\quad Q_P: \quad 1 \cdot 10^{-9} \cdot \dfrac{27.9}{3.1 + 27.9} = 9 \cdot 10^{-10}$ mbar · l / s

Total = 1 · 10^{-9} mbar · l / s

流量比 γ = $\dfrac{\text{显示漏率}}{\text{实际漏率}}$

分流系统


Calibrated leak
Vacuum plant
short
response time
long
Exhaust
low
sensitivity (except sniffing)
high

主要检漏方法

真空法

- 整体检漏 (氦气环境)
- 整体检漏 (氦气内充)
- 局部检漏（喷氦）

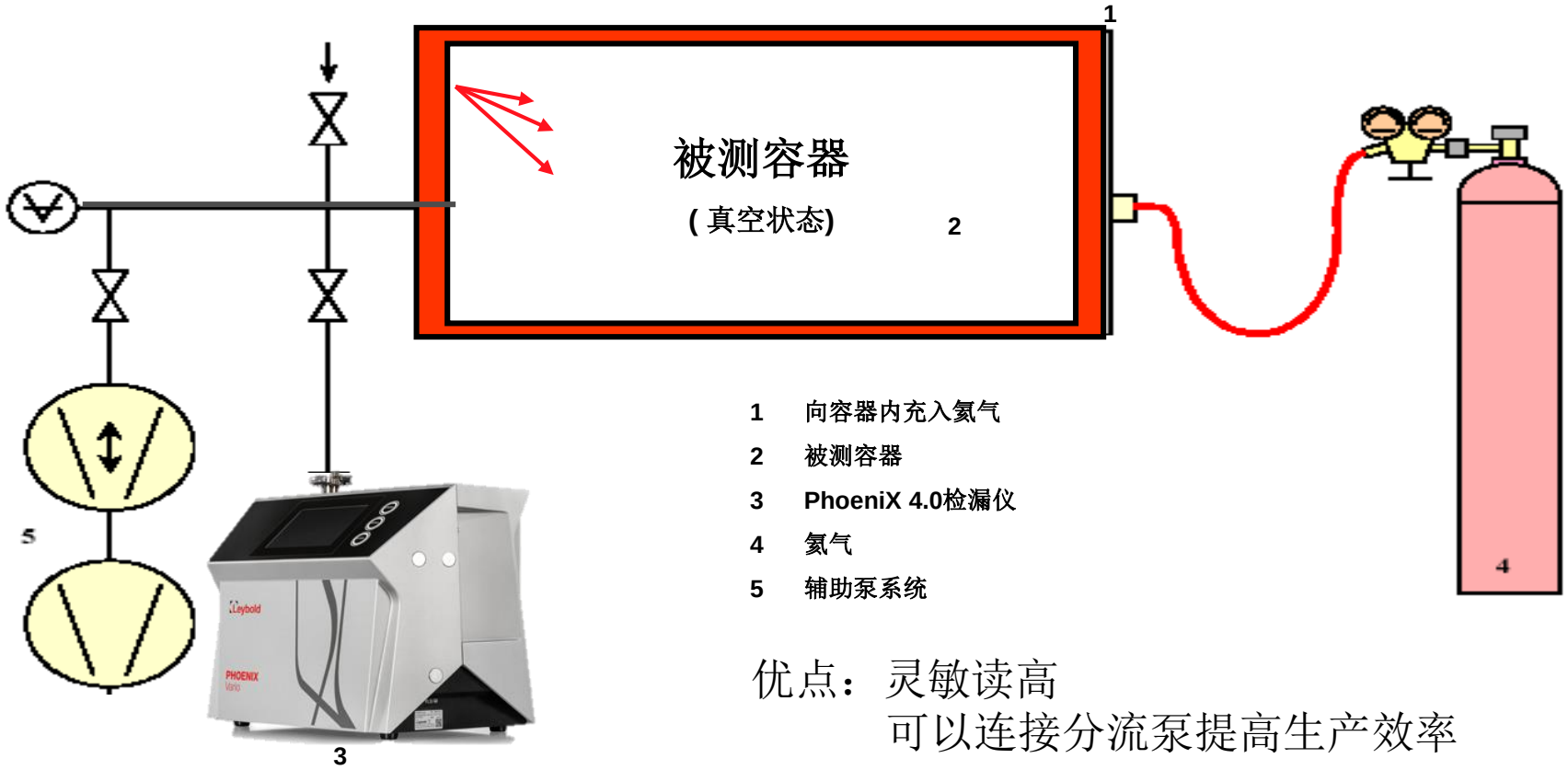
正压法

- 局部检漏 (吸枪模式)

真空法检漏

整体检漏（氦罩法）

最小可检漏率 < $5x10^{-12}$ mbarl/s



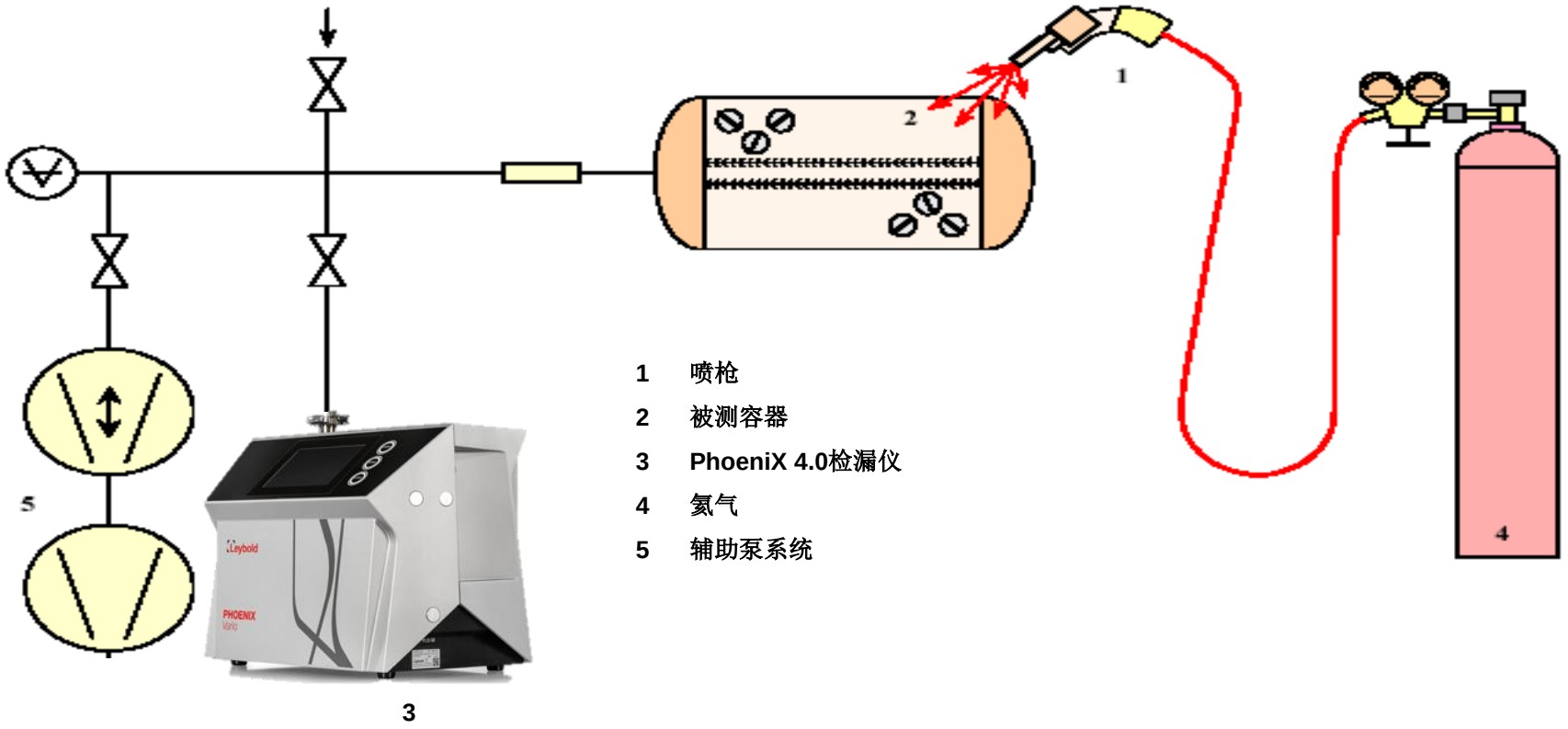
1 向容器内充入氦气
2 被测容器
3 PhoeniX 4.0检漏仪
4 氦气
5 辅助泵系统

优点：灵敏读高
可以连接分流泵提高生产效率

真空法检漏

局部检漏

最小可检漏率< $5x10^{-12}$ mbarl/s

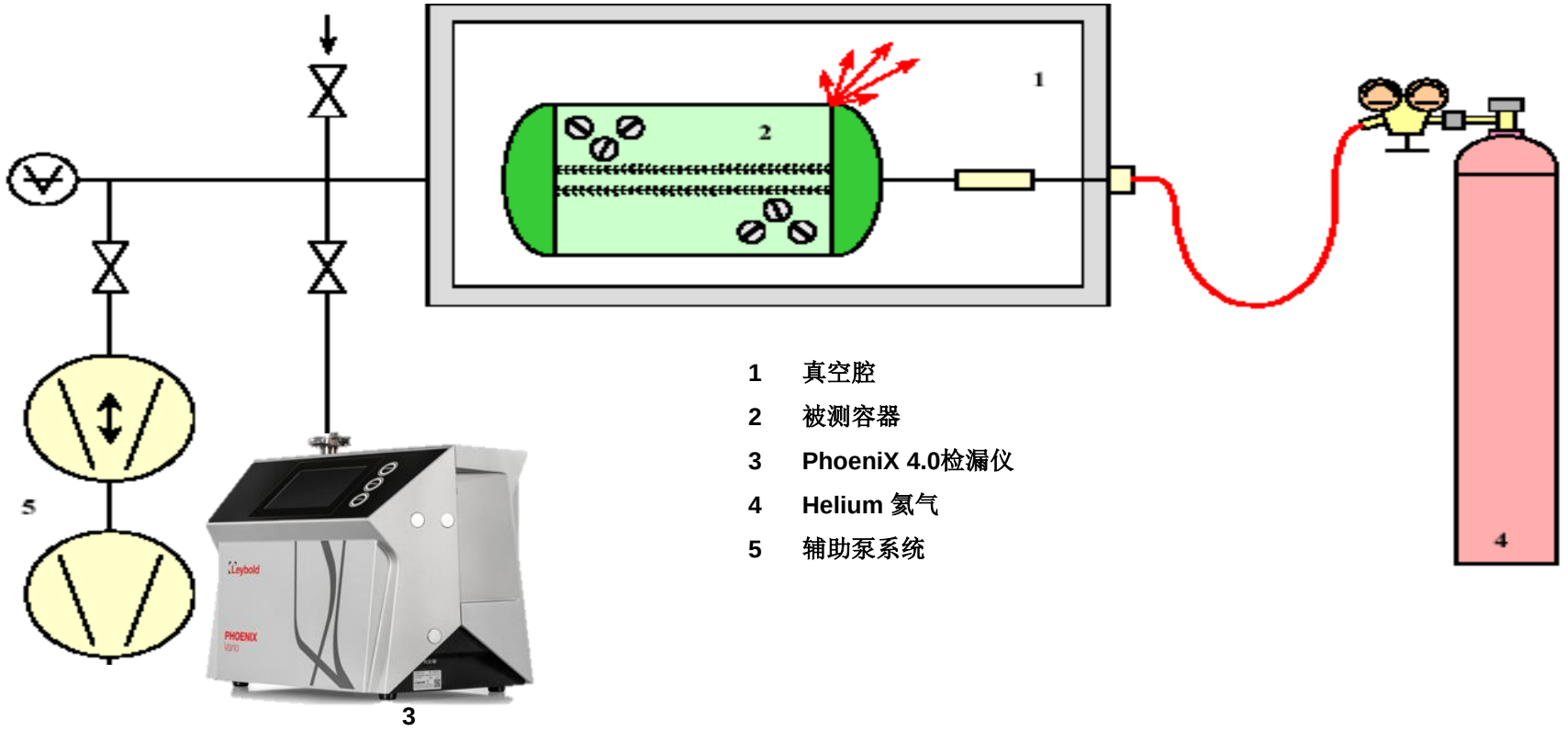


1 喷枪
2 被测容器
3 PhoeniX 4.0检漏仪
4 氦气
5 辅助泵系统

真空法检漏

整体检漏

最小可检漏率 < $5x10^{-12}$ mbarl/s

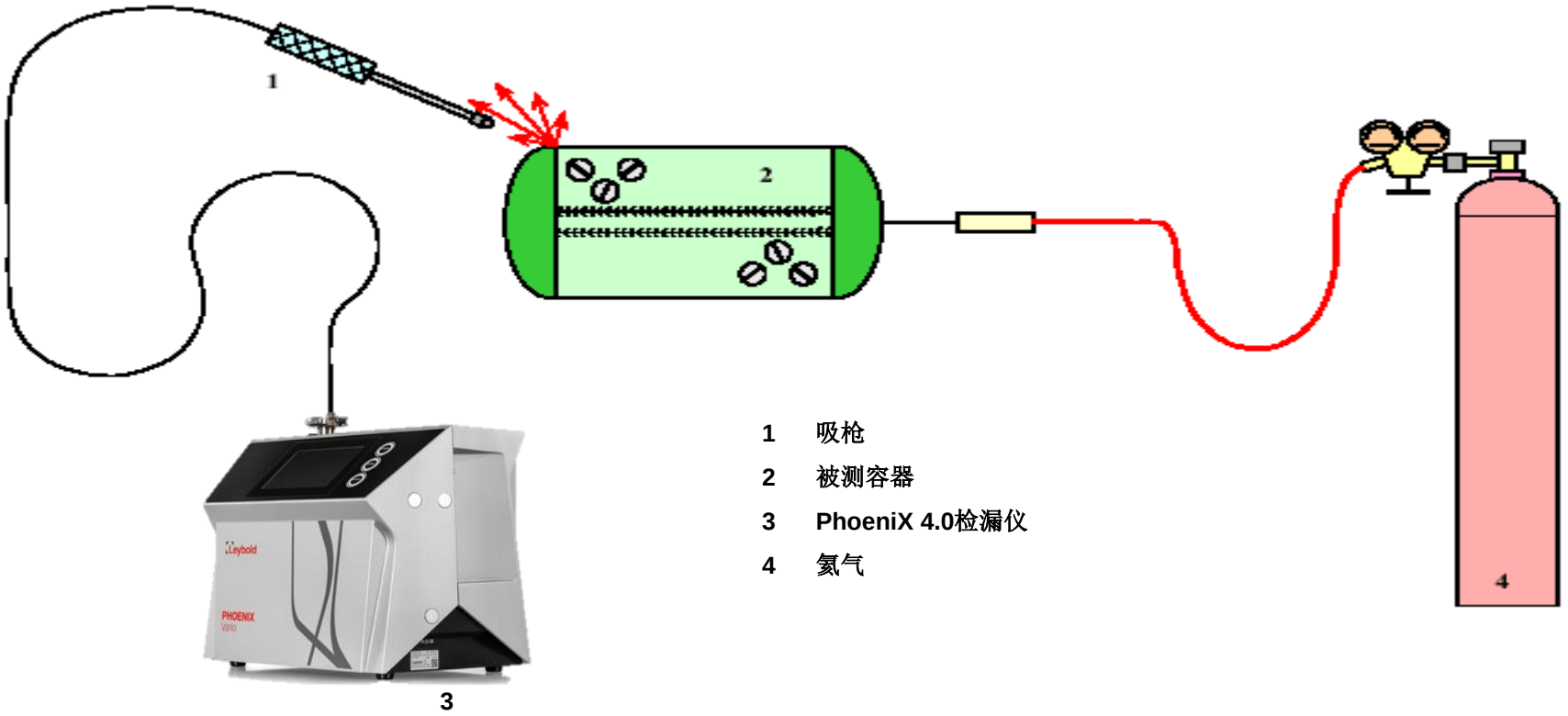


1 真空腔
2 被测容器
3 PhoeniX 4.0检漏仪
4 Helium 氦气
5 辅助泵系统

正压法

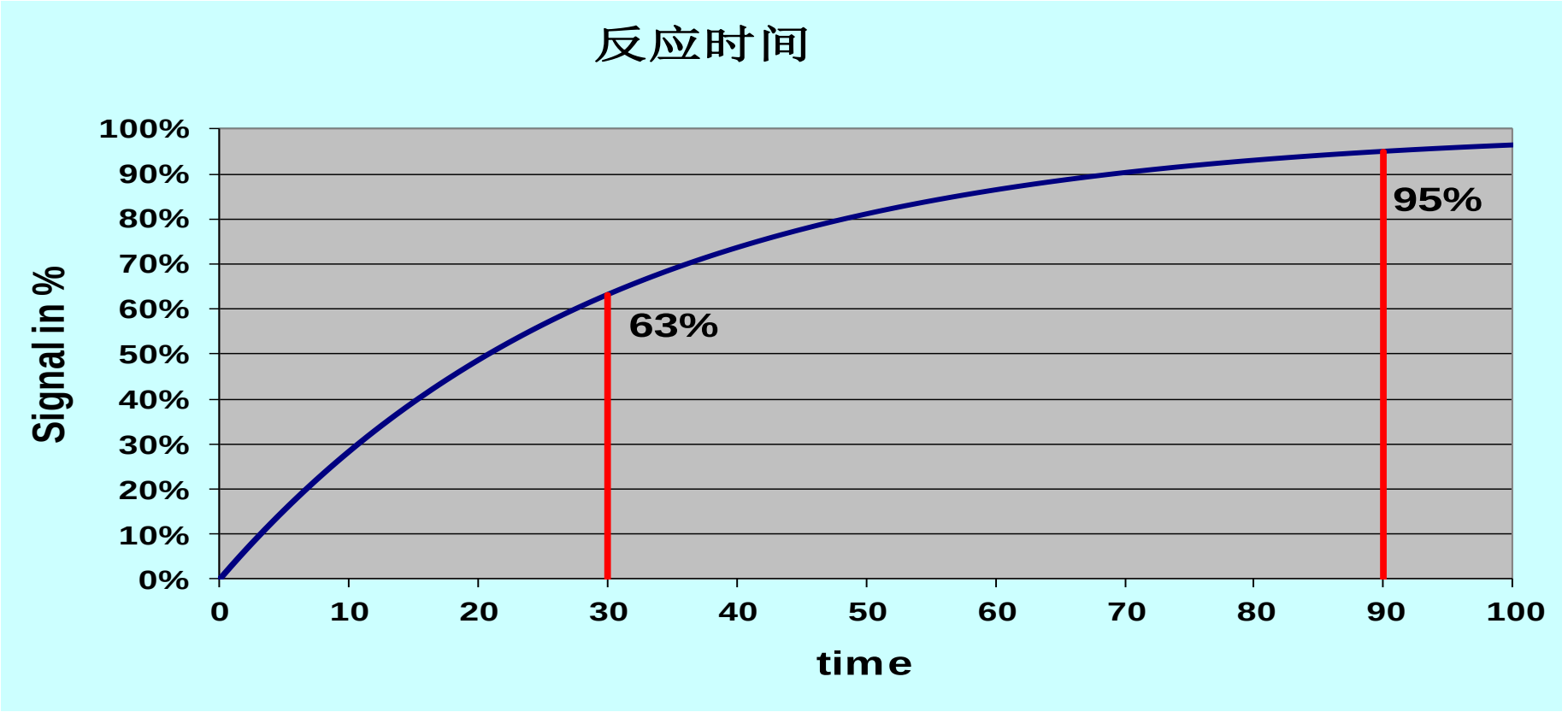
局部检漏 (吸枪模式)

最小可检漏率 < $1x10^{-7}$ mbarl/s!!!



1 吸枪
2 被测容器
3 PhoeniX 4.0检漏仪
4 氦气

对反应时间的估算



$$\tau_{63\%} = \frac{V}{S}$$

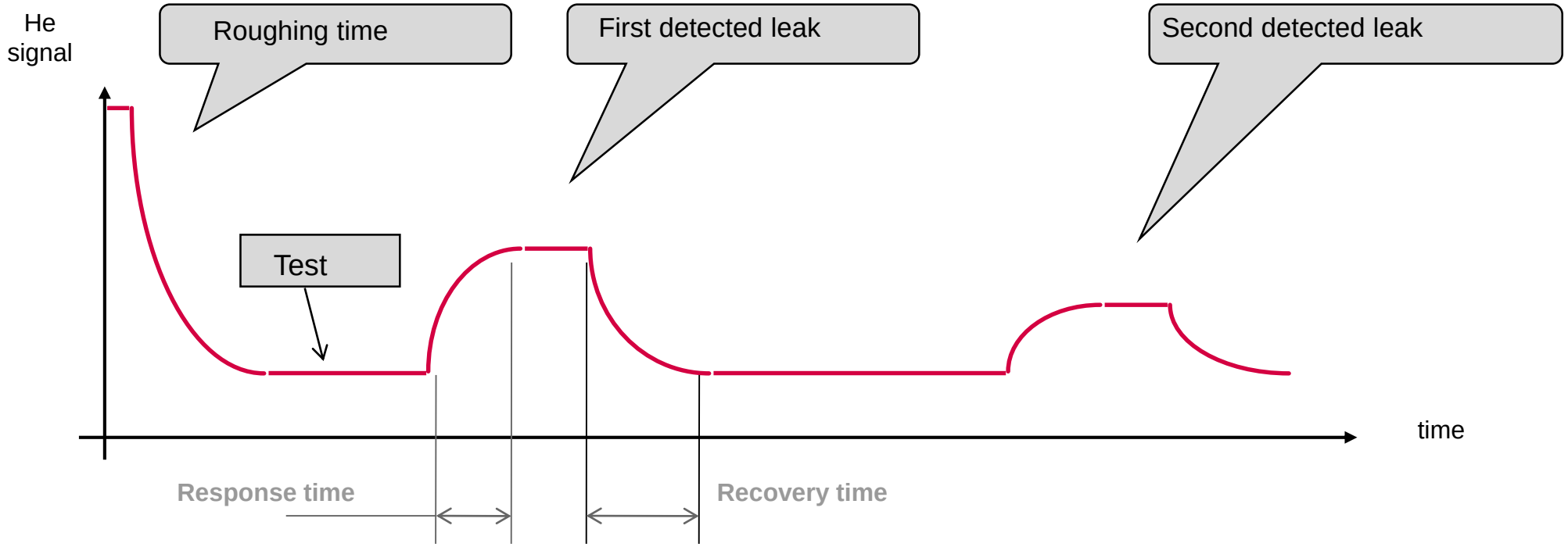
$$\tau_{95\%} = 3 \cdot \frac{V}{S}$$

$$\tau_{99\%} = 5 \cdot \frac{V}{S}$$

V: 腔体体积

S: 有效抽速

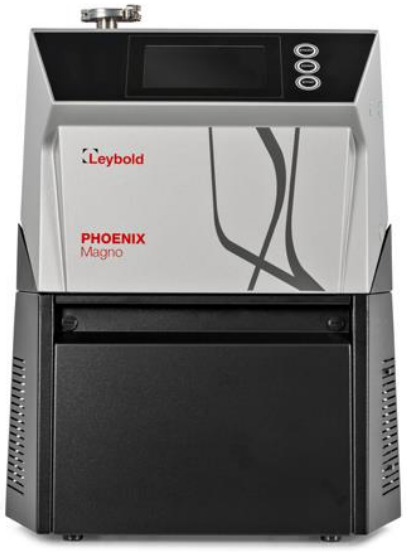
氦检周期


He
signal
Roughing time
First detected leak
Second detected leak
Test
time
Response time
Recovery time

PHOENIX Leak 4.0

检漏仪4.0时代！

整机两年质保



PHOENIX Magno	PHOENIX Quadro	PHOENIX Vario
标准: SOGEVAC SV16D 干式: SCROLLVAC SC5D	标准: TRIVAC D2,5E 干式 : DIVAC 3.8	客户选配前级泵

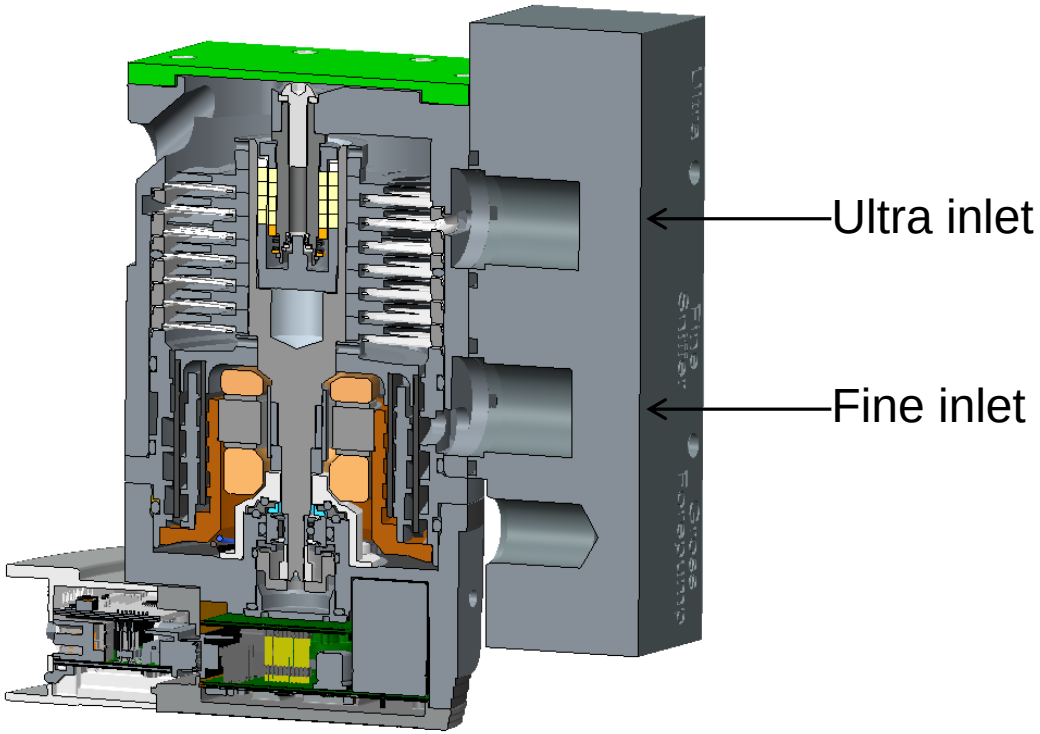
全新氦质谱检漏仪PHOENIX 4.0

优势：

- 触屏界面简单直观
- 在同级别检漏仪中检漏速度最快
- 启动速度快(<2 min.)
- 反应时间短
- 数据处理简单方便
- 最小可检漏率<= 5E-12 mbar*l/s
- 维修维护简单
- 工业化设计

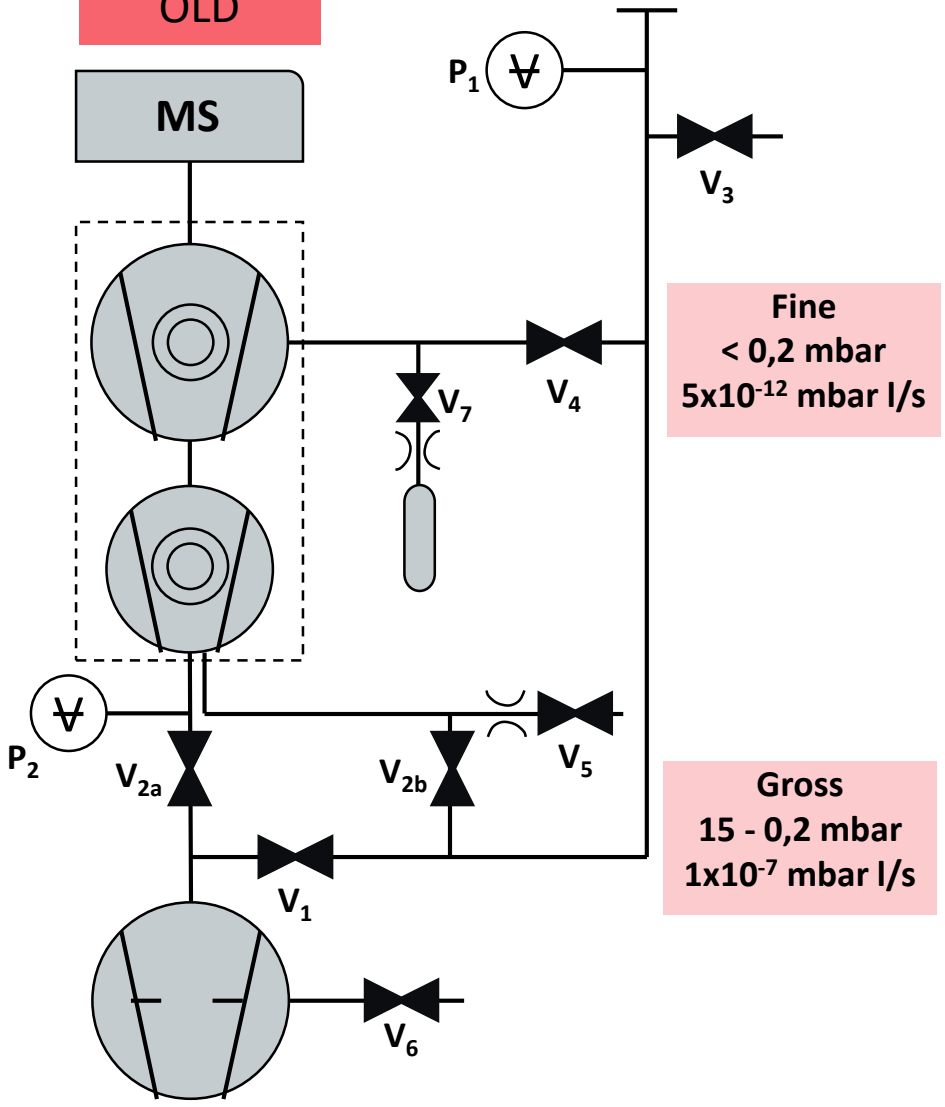
PHOENIX 4.0
采用检漏仪专用分子泵Turbovac90-10-10i

- 更高的检漏精度
- 性能稳定，对氦抽速大
- 现场更换轴承



PHOENIX 4.0
超精检测模式

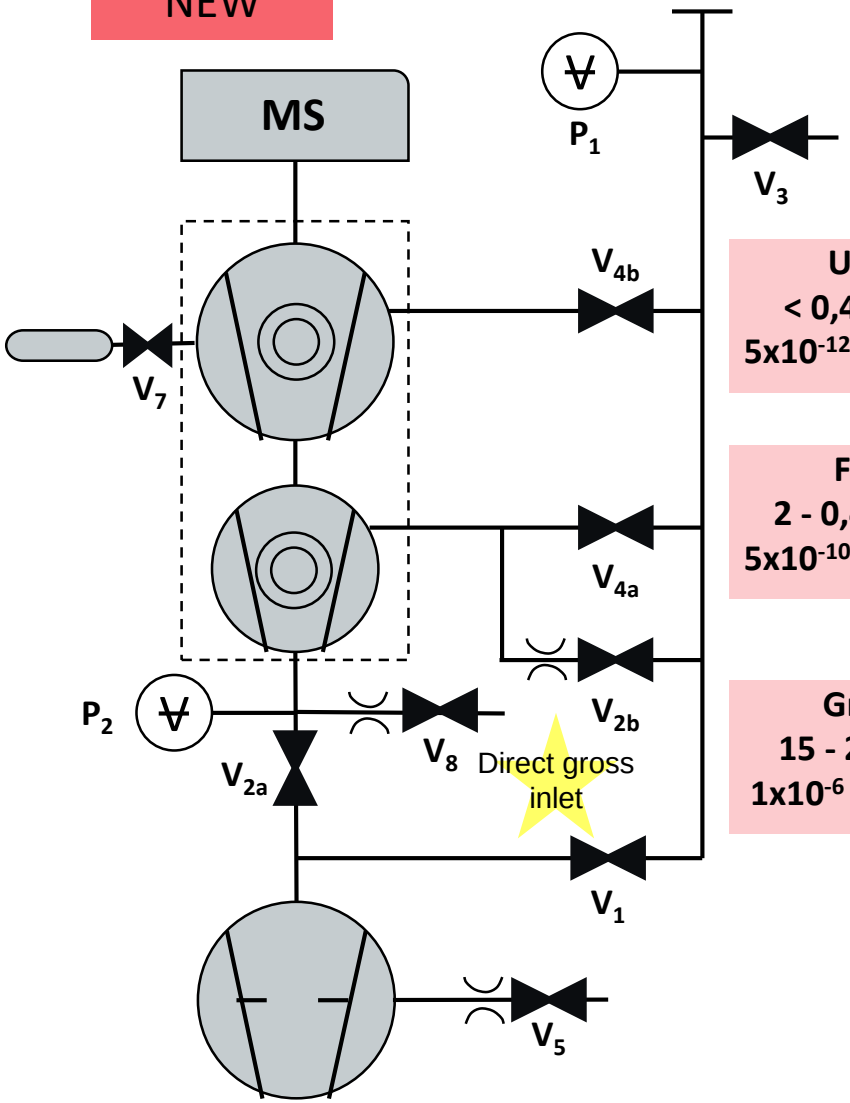
OLD



Fine
< 0,2 mbar
$5x10^{-12}$ mbar l/s

Gross
15 - 0,2 mbar
$1x10^{-7}$ mbar l/s

NEW



More sensitive
Ultra mode

Ultra
< 0,4 mbar
$5x10^{-12}$ mbar l/s

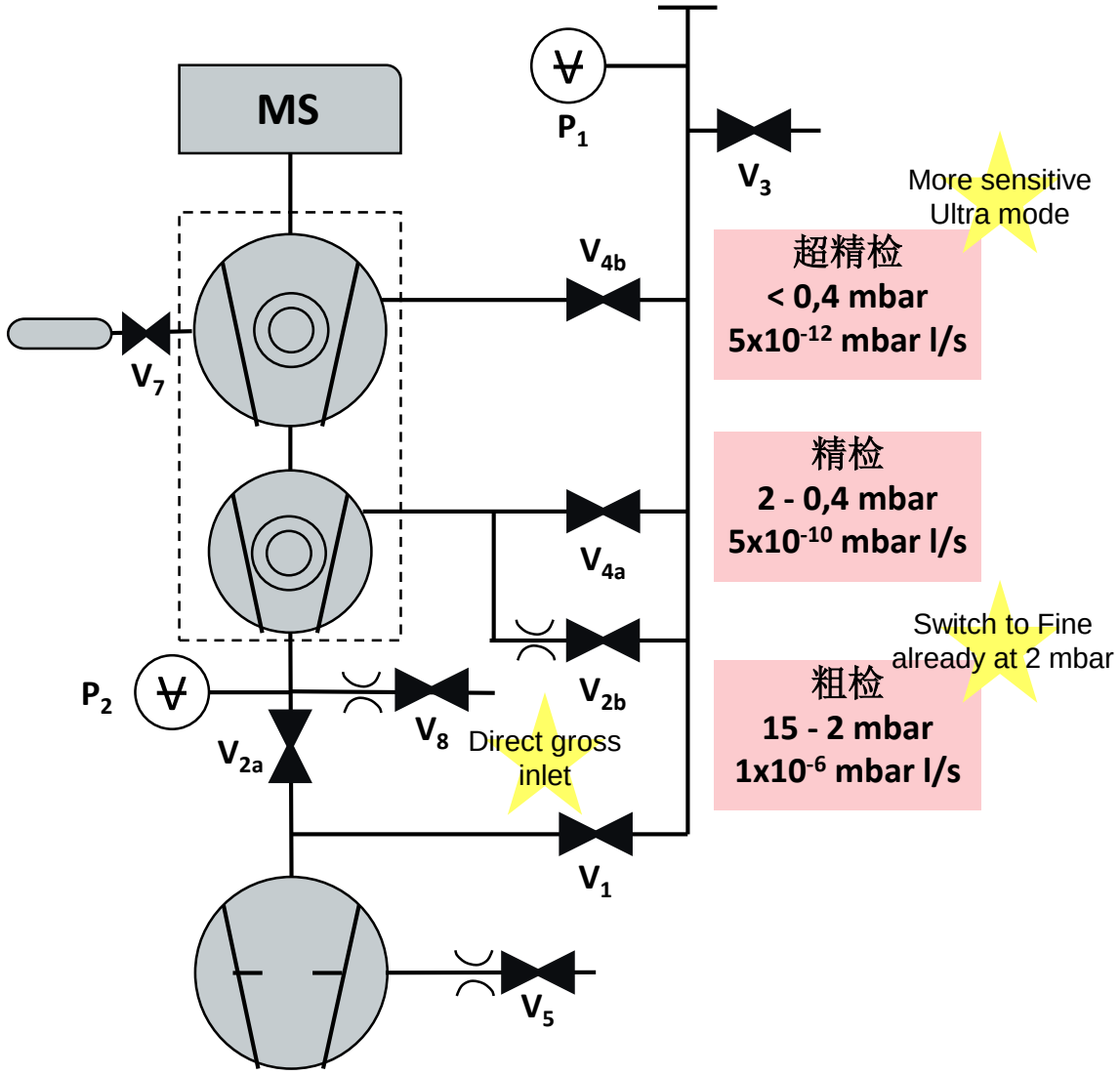
Fine
2 - 0,4 mbar
$5x10^{-10}$ mbar l/s

Switch to Fine
already at 2 mbar

Gross
15 - 2 mbar
$1x10^{-6}$ mbar l/s

Direct gross
inlet

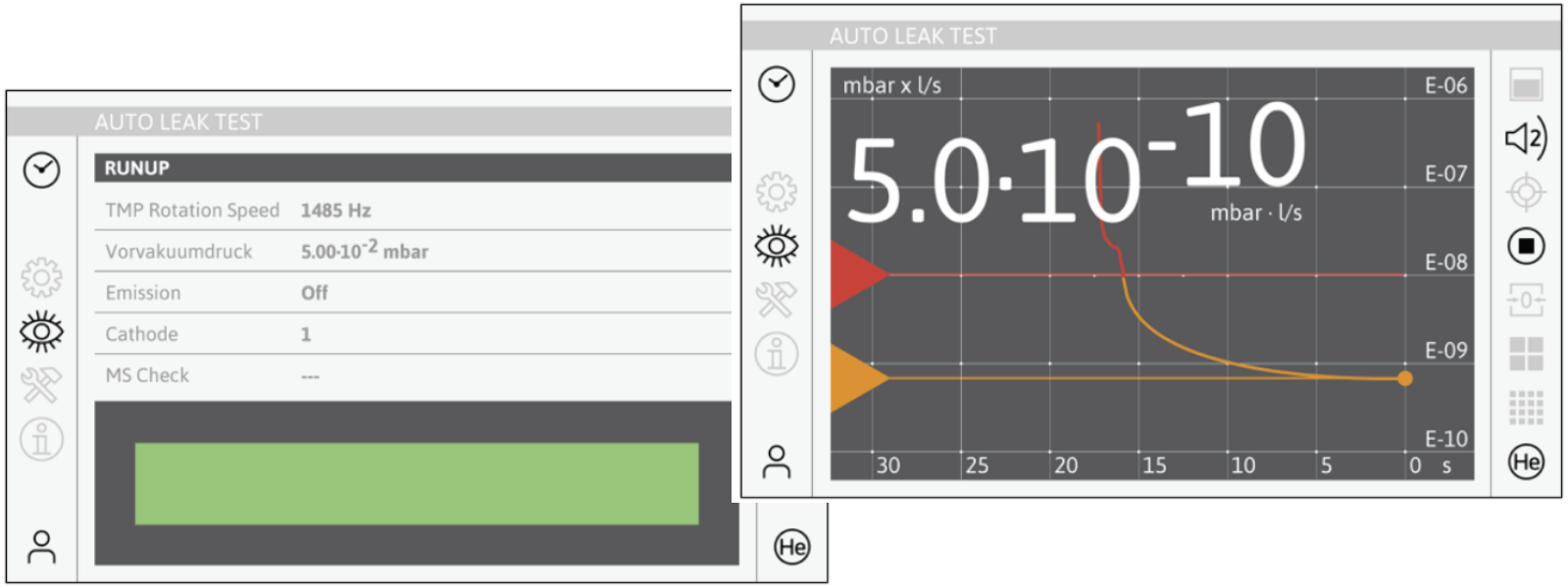
PHOENIX 4.0
新功能



- 超精检40Pa开检
- 2 mbar → 开始精检，检漏精度高达**5x10^{-10} mbar l/s**
- 配置快速响应阀 V_{2b}，粗检响应速度缩短
- 干式系统取消节流阀，最小可检漏率小于**5x10^{-12}mbar l/s**

PHOENIX 4.0

触屏控制，简单方便



- 配置数据记录功能，可以通过 USB下载
- 浏览器远程控制，智能手机/笔记本直接连接无需安装软件
- 通讯接口齐全

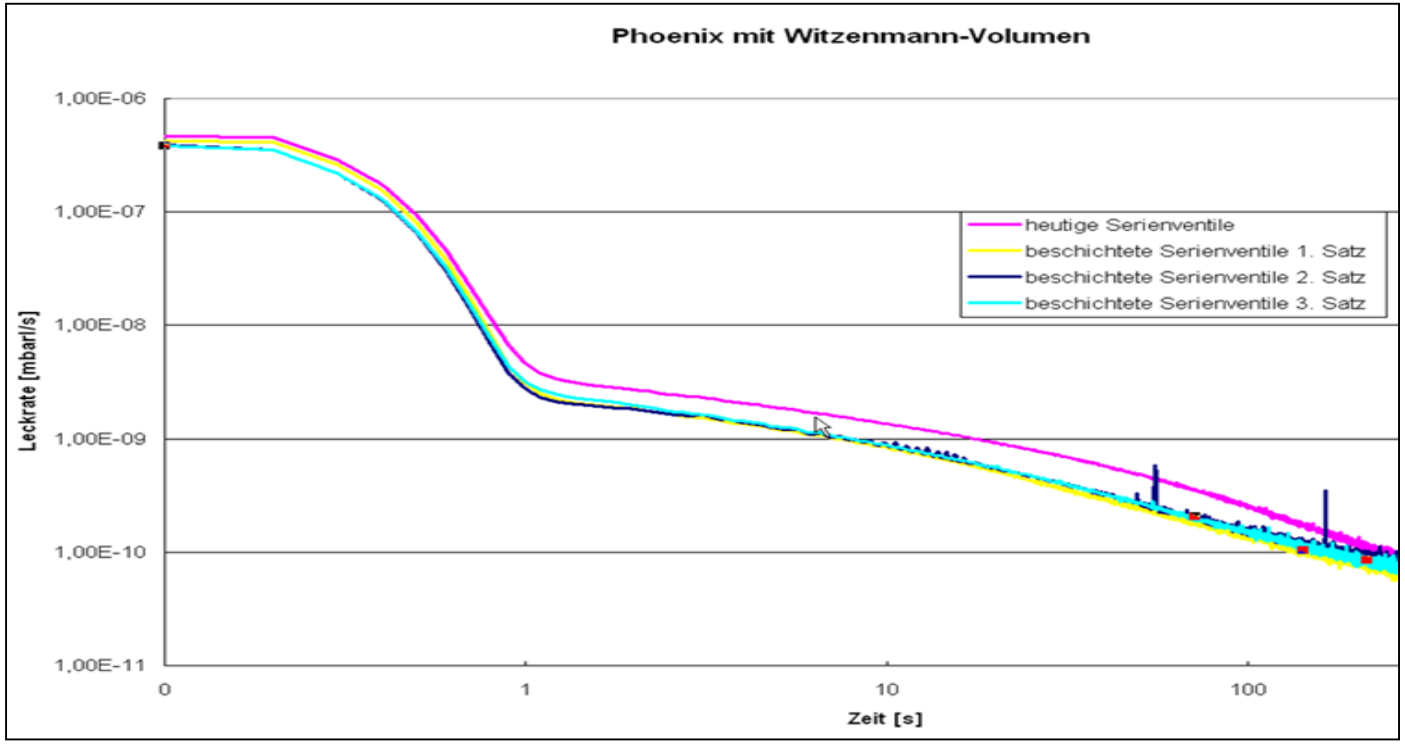
PHOENIX 4.0

特制阀组优化本底值

采用特殊设计的阀组PHOENIX4.0 达到本底的速度更快。

普通阀芯

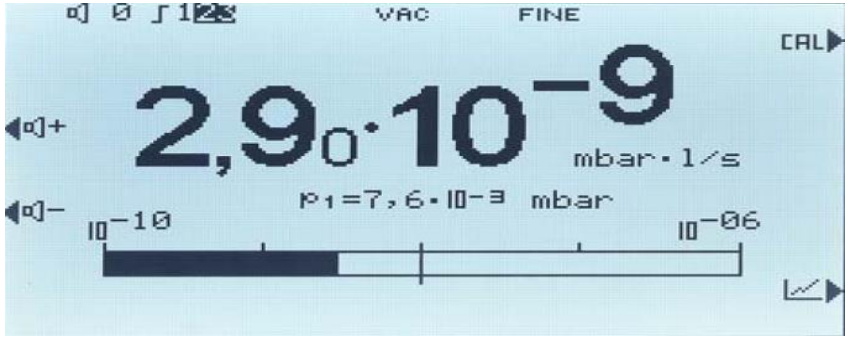
PhoeniX 4.0的阀芯
（避免氦残留）

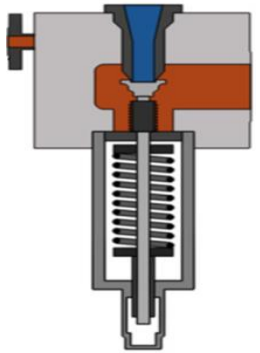


PHOENIX 4.0

大漏防护功能

泄漏程度超过已设定的漏率时，可以通过 “大漏保护”选项关闭阀门，
避免氦中毒和中毒以后的长时间排氦过程。





PHOENIX 4.0

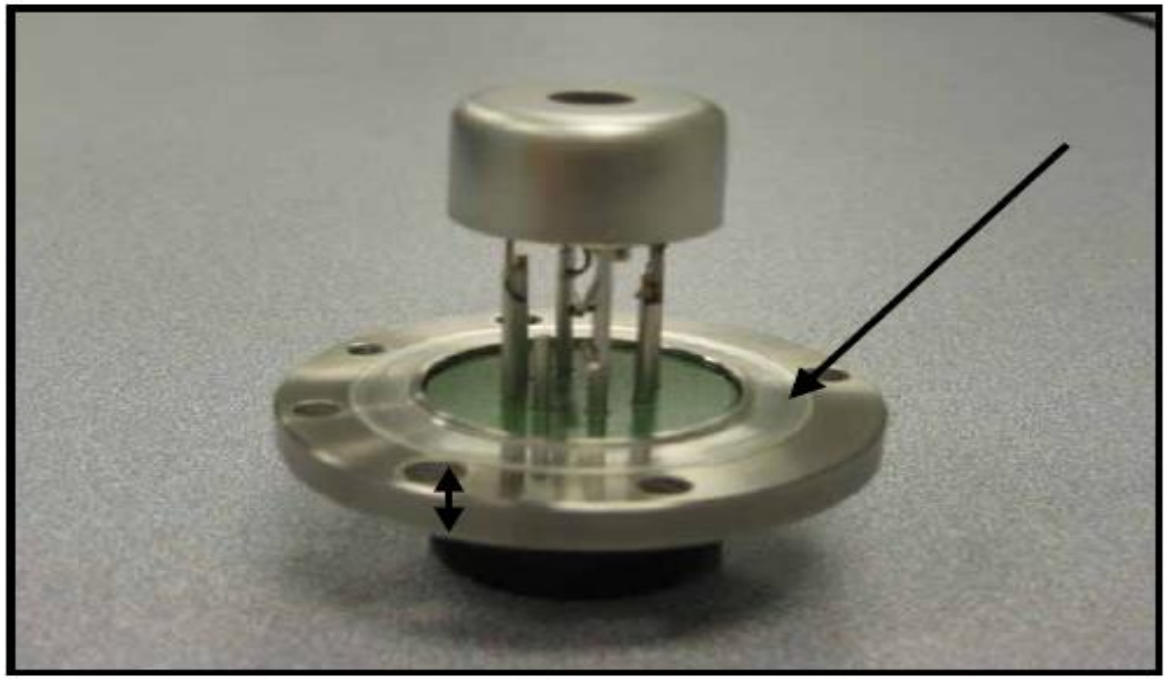
离子源(3年质保!)

灯丝：镀氧化钇的铱灯丝

特点：(与普通钨灯丝相比）

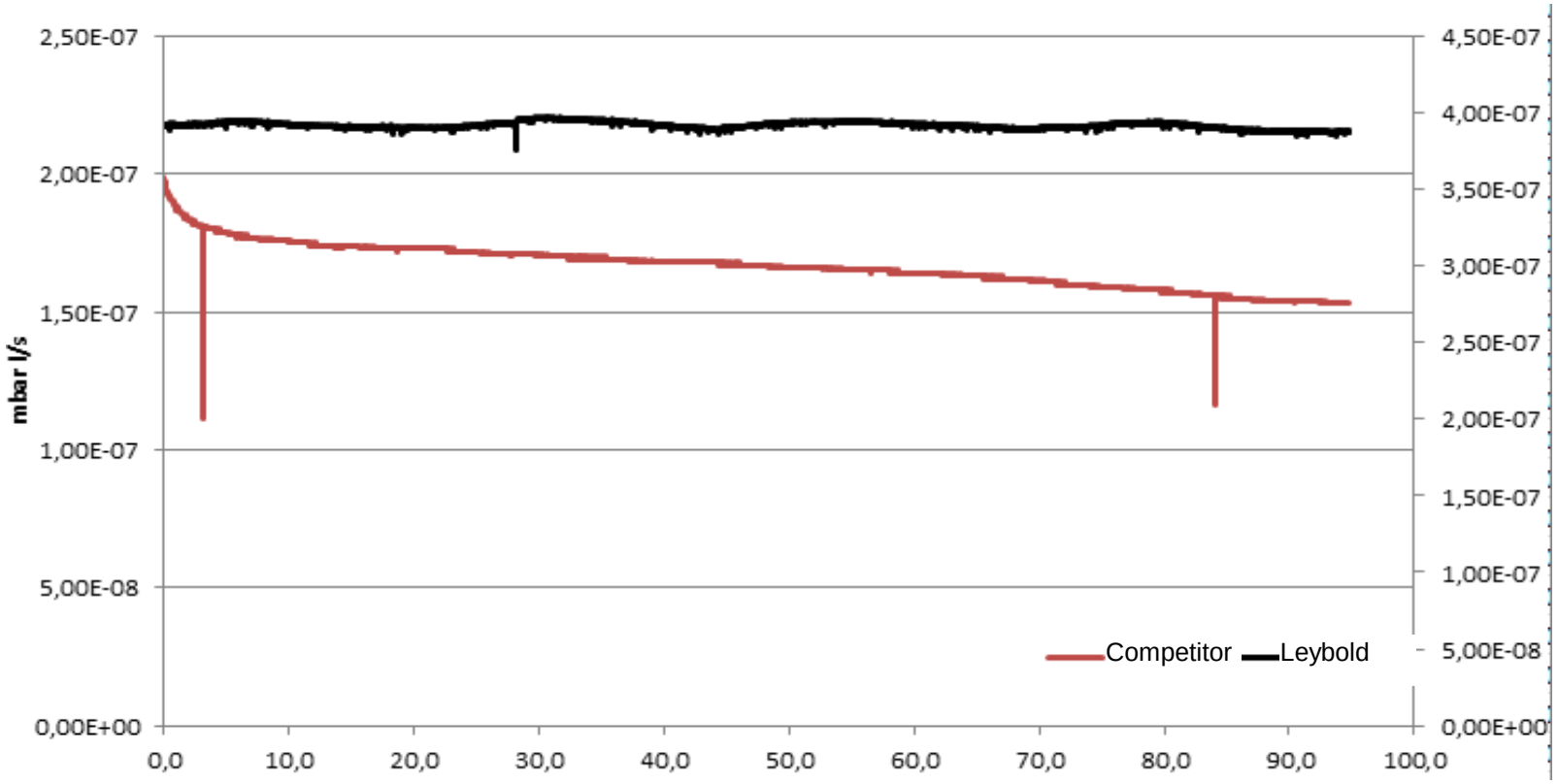
- 工作温度低
- 抗脆性能力高
- 抗氧化性高
- 耐水汽能力高
- 耐碳氢化合物
- 不需要定期更换灯丝

专利技术的平面密封，限制氦滞留



PHOENIX 4.0

系统稳定性



PHOENIX 4.0

系统稳定性来自：

1，可靠的离子源

2，稳定的标准漏孔（温度系数为0.3 %/º C的毛细管漏孔，温度系数仅为竞争对手的10%）

3，逆扩散模式

逆扩散模式，有效的抑制了，水汽，氧气和碳氢化合物对离子源的污染既保证了离子源的寿命由提高了系统的长期稳定性。

4，稳定的真空系统(Leybold 为检漏仪专门设计的分子泵和前级泵）

5，电器端与机械端隔离的设计

PHOENIX 4.0

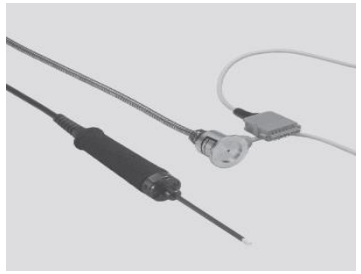
检漏精度高，性能稳定

标准漏孔	Competitor Product	误差	PHOENIX 4.0	误差
$4{,}47\times10^{-7}$	$4{,}90\times10^{-7}$	10%	$4{,}20\times10^{-7}$	-6%
$6{,}92\times10^{-8}$	$7{,}30\times10^{-8}$	5%	$6{,}90\times10^{-8}$	0%
$2{,}77\times10^{-9}$	$2{,}30\times10^{-9}$	-17%	$2{,}80\times10^{-9}$	1%
$8{,}42\times10^{-10}$	$5{,}80\times10^{-10}$	-31%	$7{,}50\times10^{-10}$	-11%

PHOENIX 4.0

氦吸枪

SL300



PN 252003 (4m)

SL301

NEW

PN 252025V01 (4m)
PN 252026V01 (10m)

QT100

PN 15594 (QT100)
PN 14008 (4m)
PN 14009 (20m)
PN 12183 (50m)

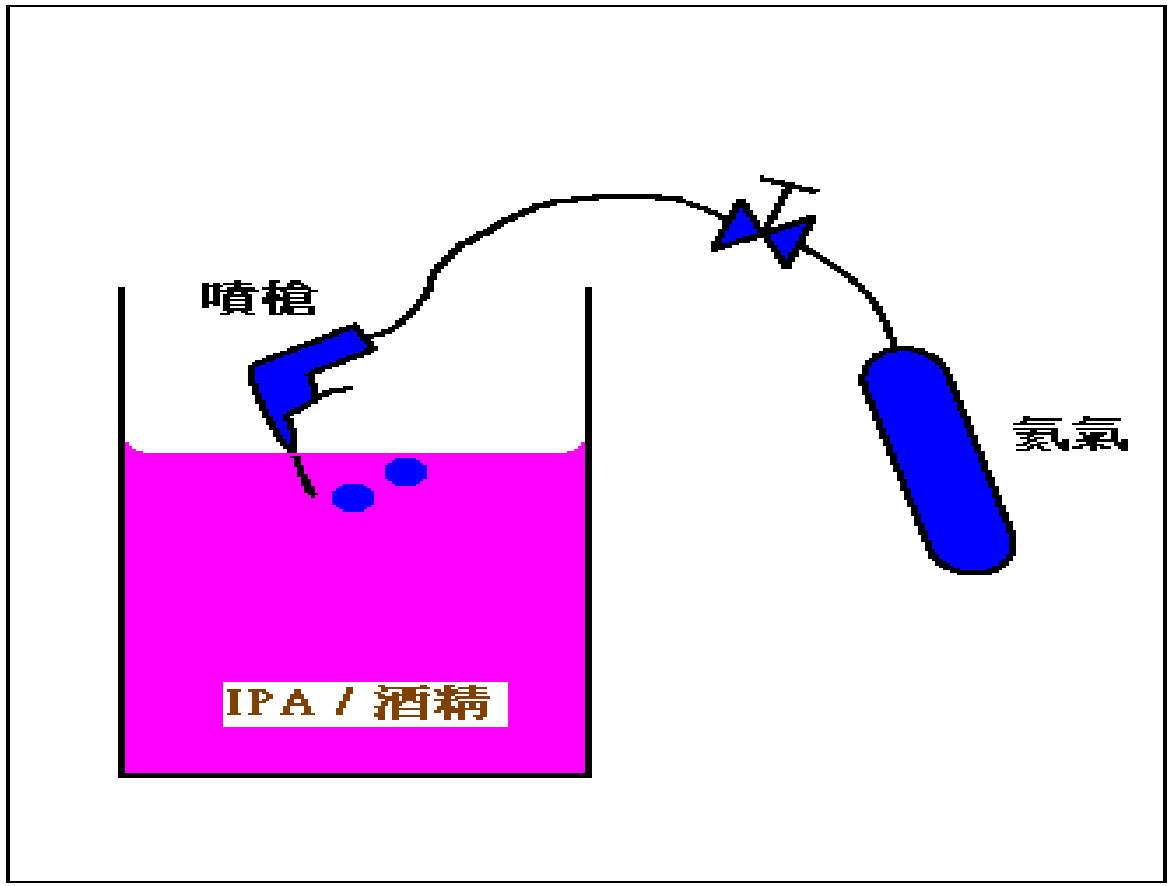
超快检漏仪L500i

对氦气抽速高度50l/s

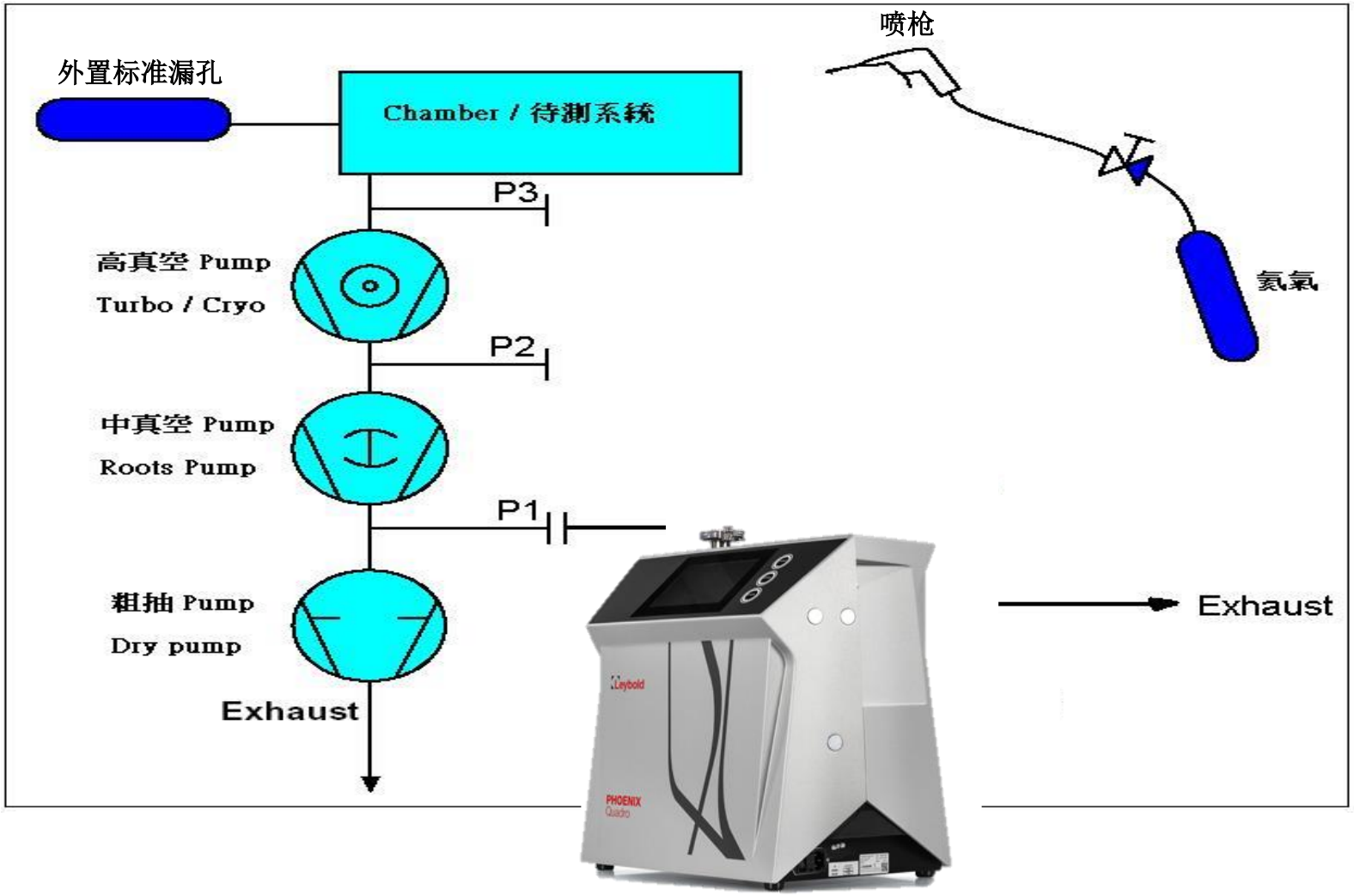
Lowest detectable leak rate	
ULTRA	< 5 x 10^{-12} mbar l/s
SNIFF	1 x 10^{-6} mbar l/s
Maximum detectable leak rate	1000 mbar l/s
Maximum permissible inlet pressure	
Qualitative measurement	1000 mbar
Quantitative measurement	100 mbar
Detectable masses	2, 3, 4 amu
Run-up time until ready for operation	< 3 min
Inlet flange	DN 63 ISO-K
Helium pumping speed at the inlet	max. 50 l/s
Response time	< 1 s

检漏示例

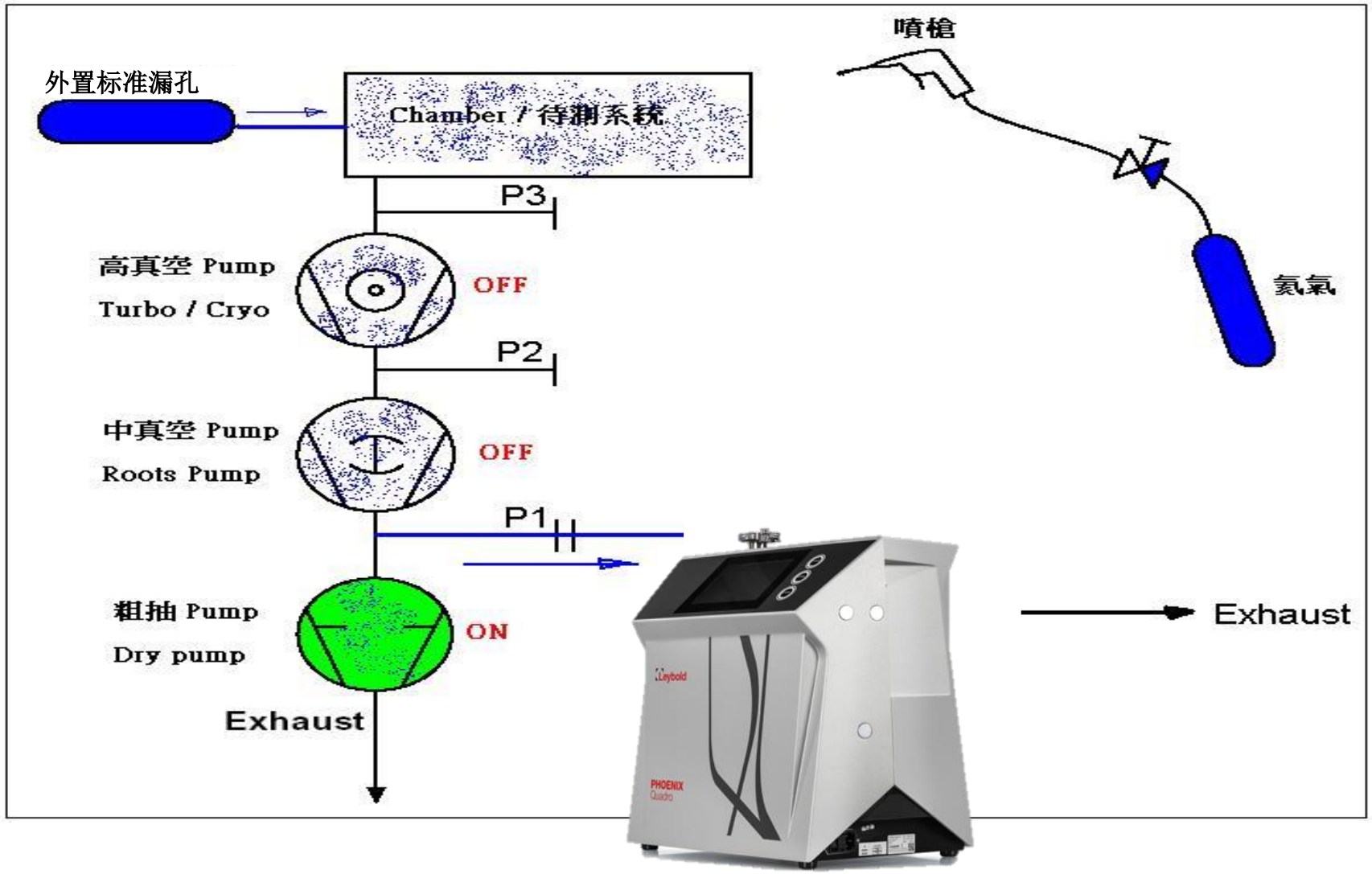
调整氮气流量



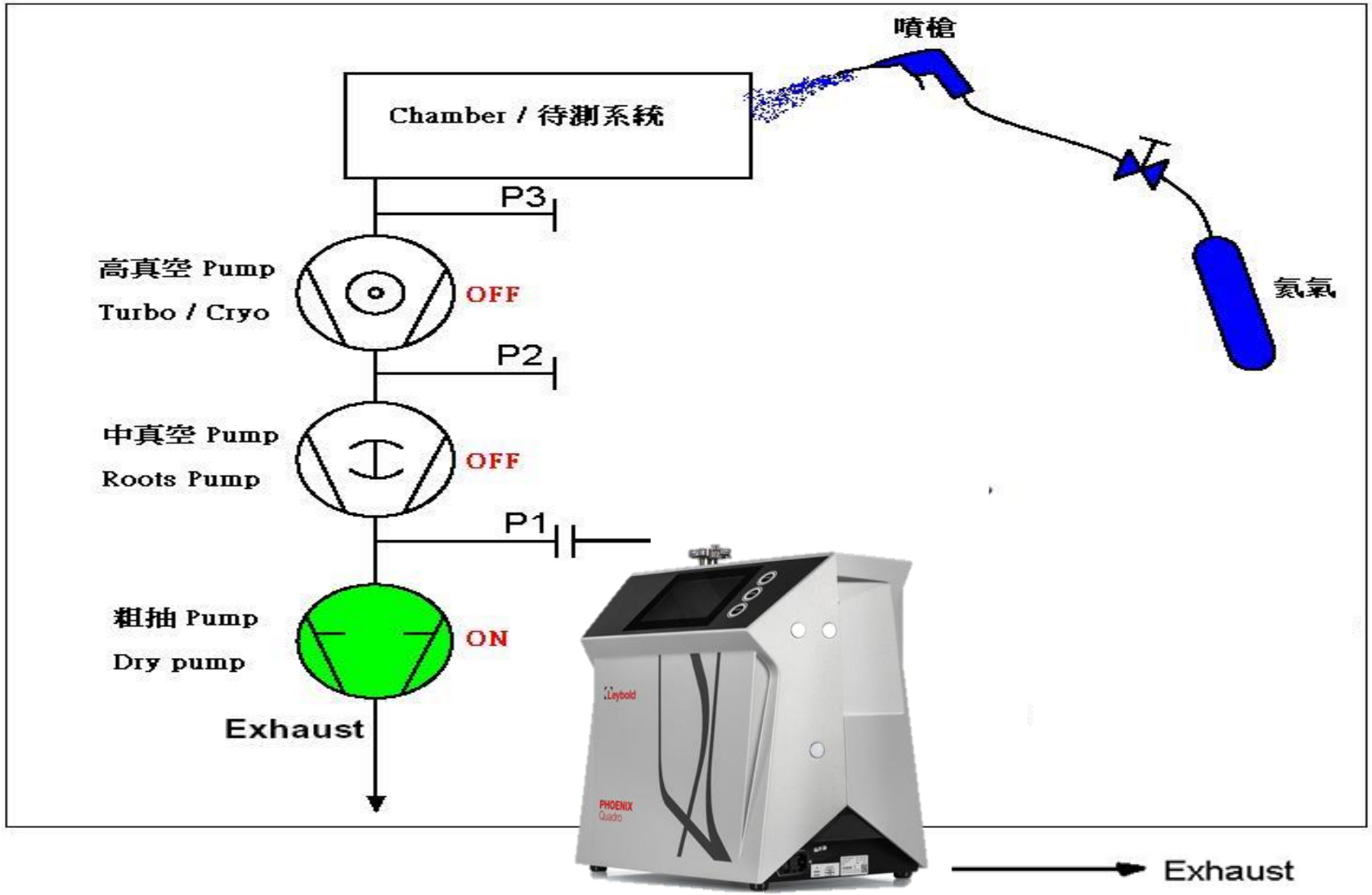
连接检漏仪


喷枪
外置标准漏孔
Chamber / 待测系统
P3
高真空 Pump
Turbo / Cryo
P2
中真空 Pump
Roots Pump
P1
粗抽 Pump
Dry pump
Exhaust
氦氣
Exhaust

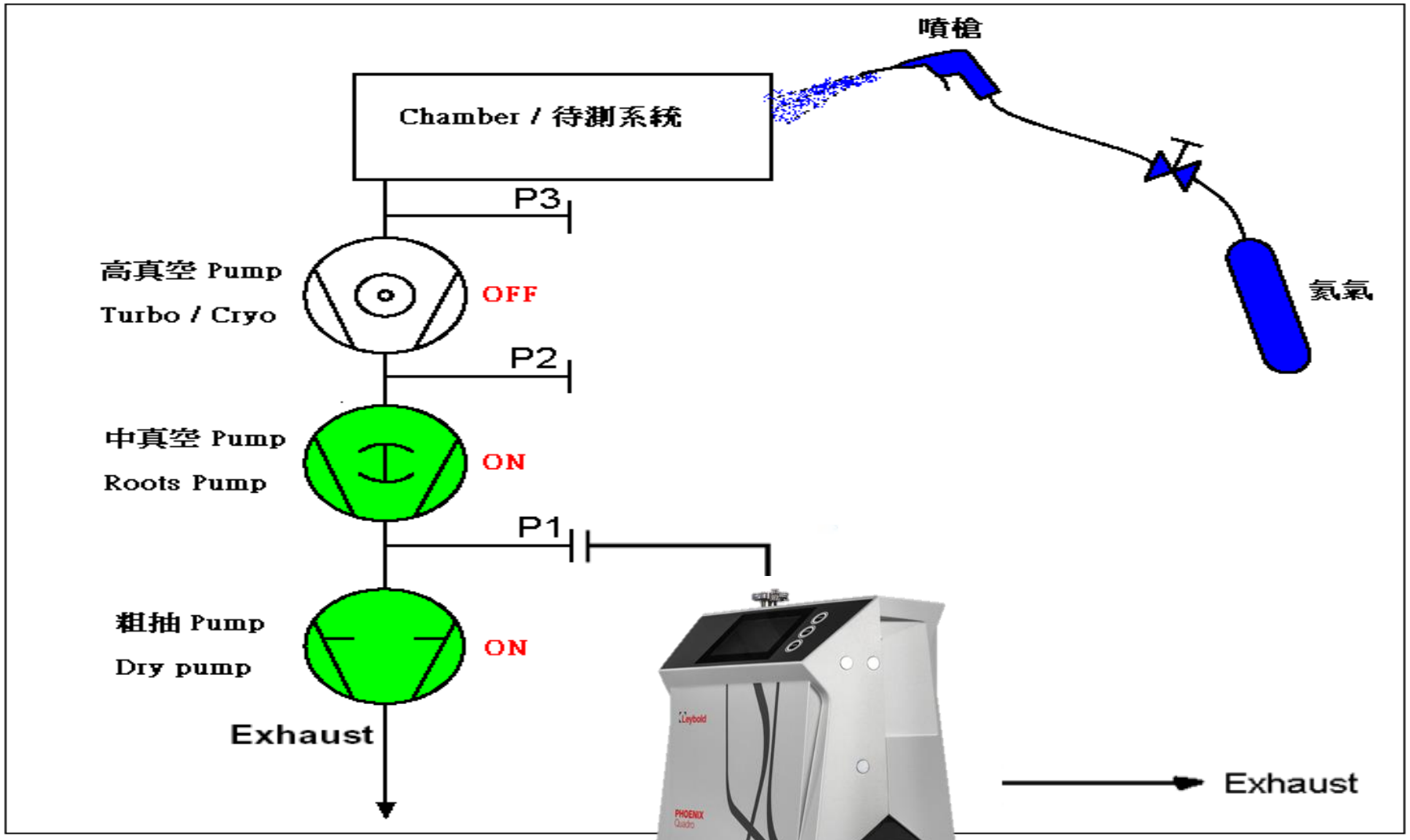
测量反应时间


喷槍
外置标准漏孔
Chamber / 待測系統
P3
高真空 Pump
Turbo / Cryo
OFF
氦氣
P2
中真空 Pump
Roots Pump
OFF
P1
粗抽 Pump
Dry pump
ON
Exhaust
Exhaust

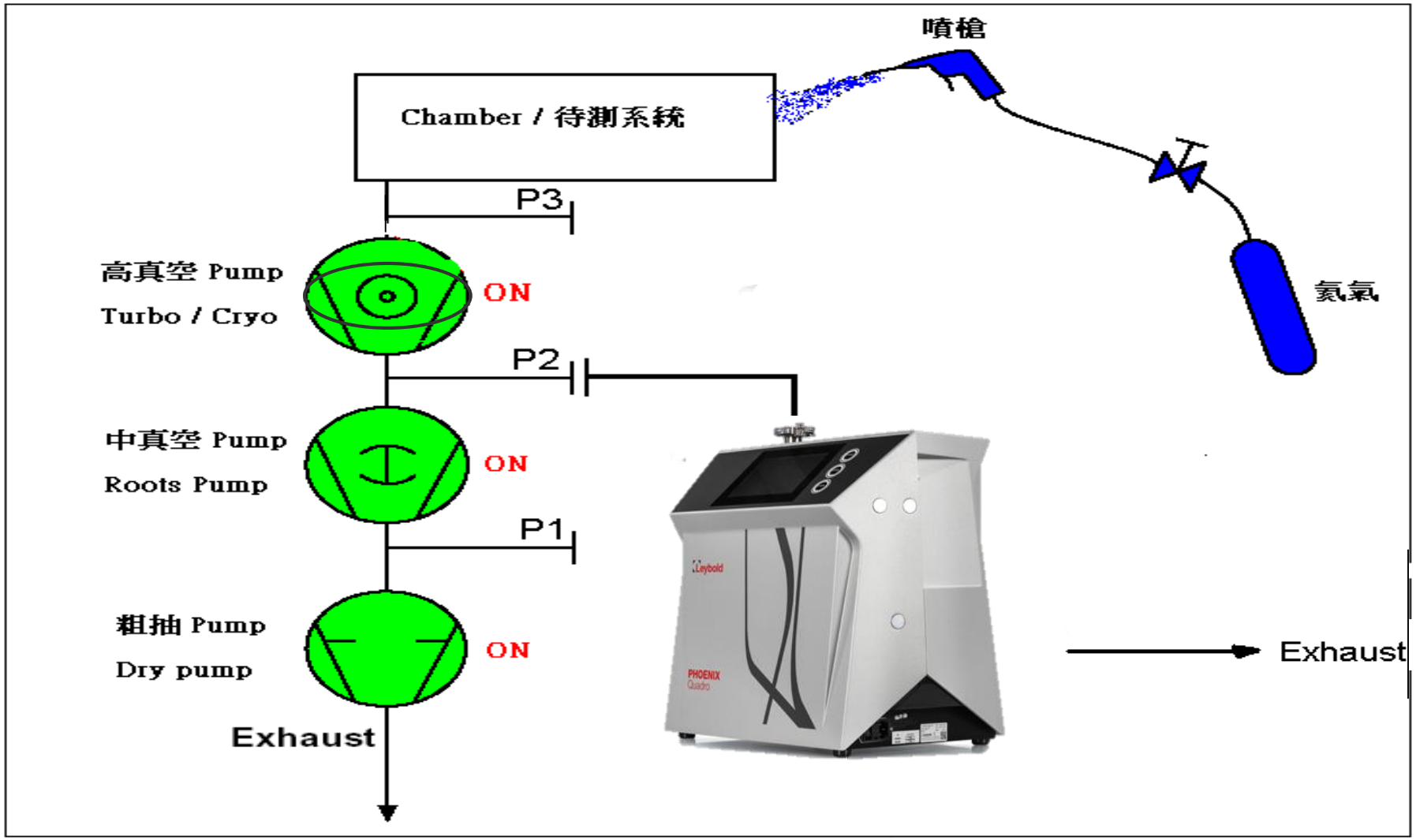
开始检测


噴槍
Chamber / 待測系統
P3
高真空 Pump
Turbo / Cryo
OFF
P2
中真空 Pump
Roots Pump
OFF
P1
粗抽 Pump
Dry pump
ON
Exhaust
氮氣
Exhaust

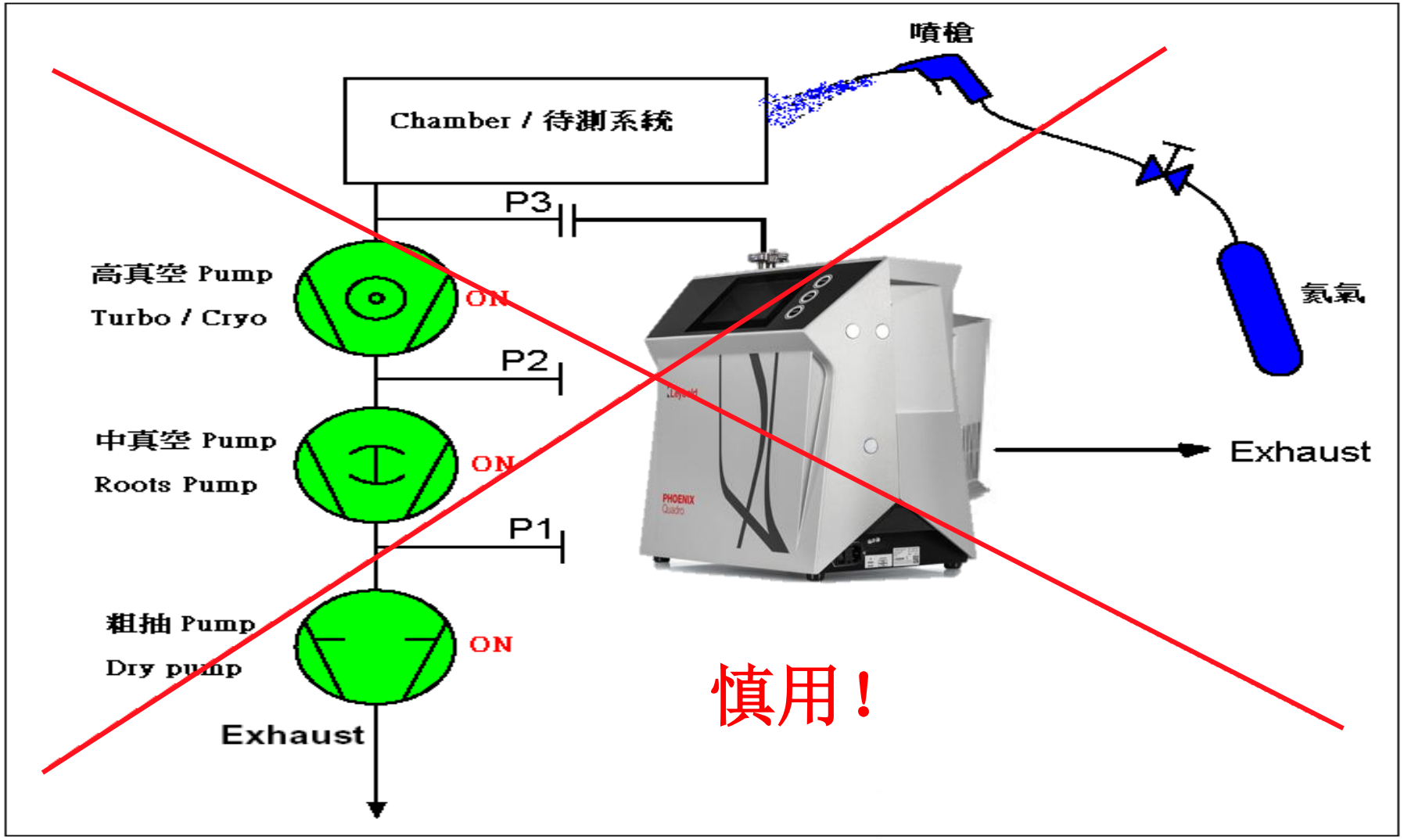
提高反应速度


噴槍
Chamber / 待測系統
P3
高真空 Pump
Turbo / Cryo
OFF
P2
中真空 Pump
Roots Pump
ON
P1
粗抽 Pump
Dry pump
ON
Exhaust
氮氣
Exhaust

打开分子泵可以进一步加快反应速度

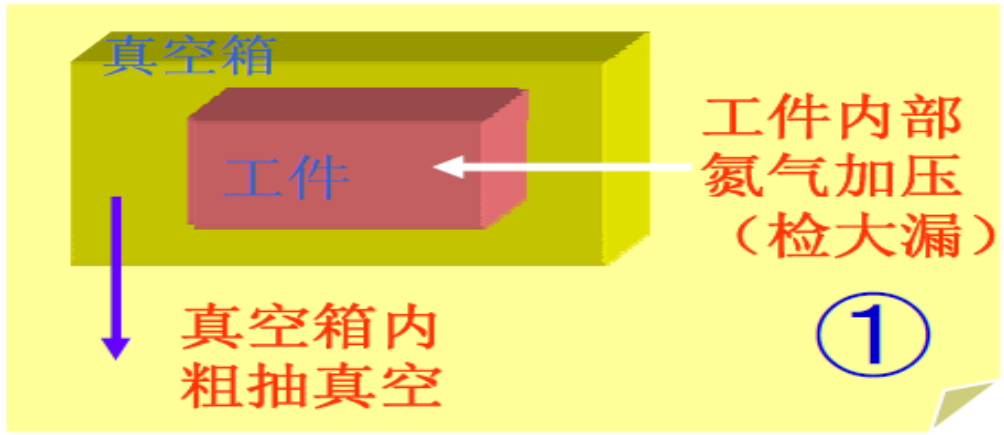


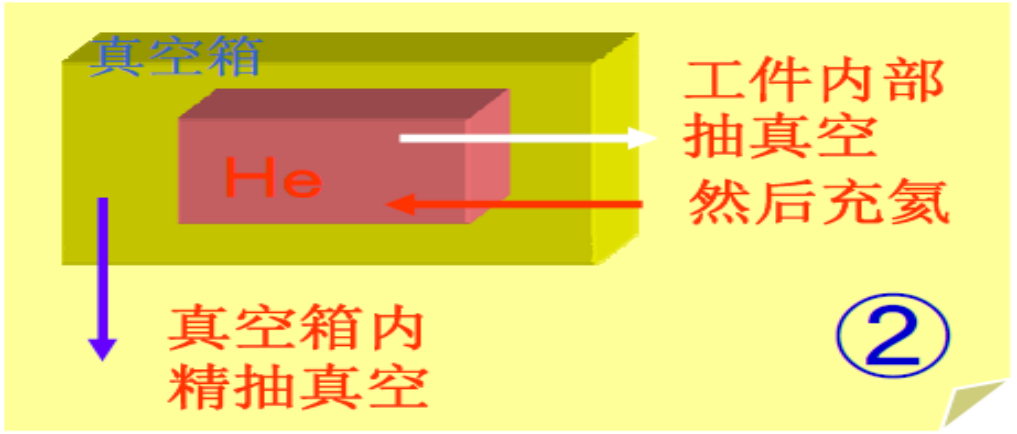
检漏仪与分子泵并联会降低检漏精度！

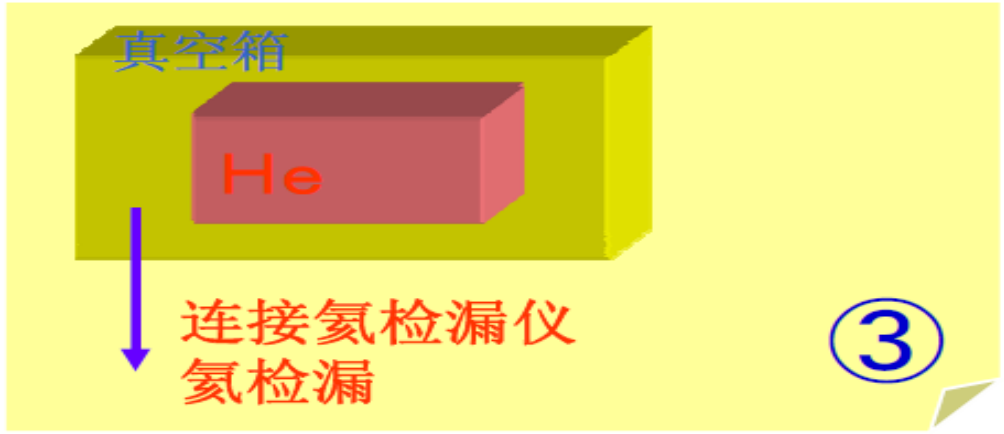


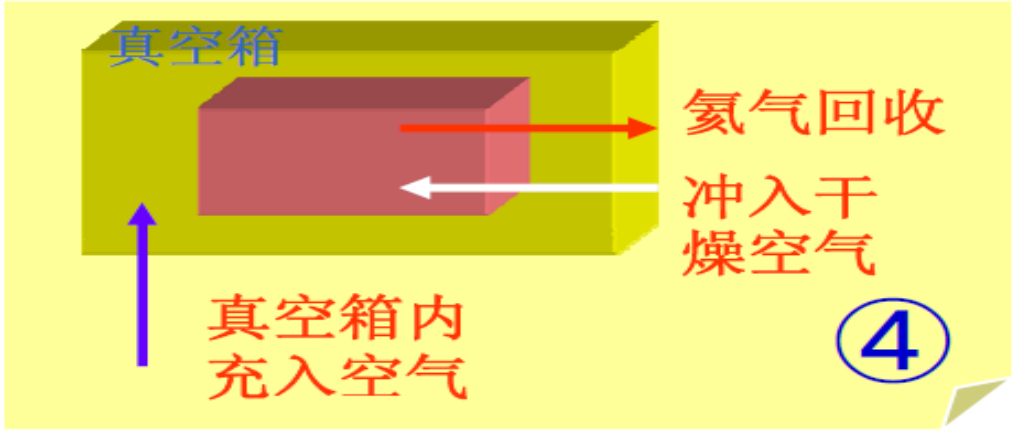
检漏示例

真空箱检漏


真空箱
工件
工件内部
氦气加压
（检大漏）
真空箱内
粗抽真空
①


真空箱
He
工件内部
抽真空
然后充氦
真空箱内
精抽真空
②


真空箱
He
连接氦检漏仪
氦检漏
③


真空箱
氦气回收
冲入干
燥空气
真空箱内
充入空气
④

Thanks for your attention!